

Automotive lane deviation prevention apparatus

Publication number: DE102004019896 (A1)

Publication date: 2004-11-25

Inventor(s): MATSUMOTO SHINJI [JP]; TANGE SATOSHI [JP]; SUZUKI TATSUYA [JP]

Applicant(s): NISSAN MOTOR [JP]

Classification:


- **international:** *B60R21/00; B60T7/12; B60T8/17; B60T8/1755; B62D15/02; G08G1/16; B60R21/00; B60T7/12; B60T8/17; B62D15/00; G08G1/16; (IPC1-7): G05D1/02; G08G1/16*


- **European:** B60T8/1755; B60W10/06; B60W10/18; B60W10/20; B60W30/12; B62D15/02F


Application number: DE200410019896 20040423


Priority number(s): JP20030118896 20030423


Also published as:

 US2004215393 (A1)

 US2004215393 (A1)

 US7236884 (B2)

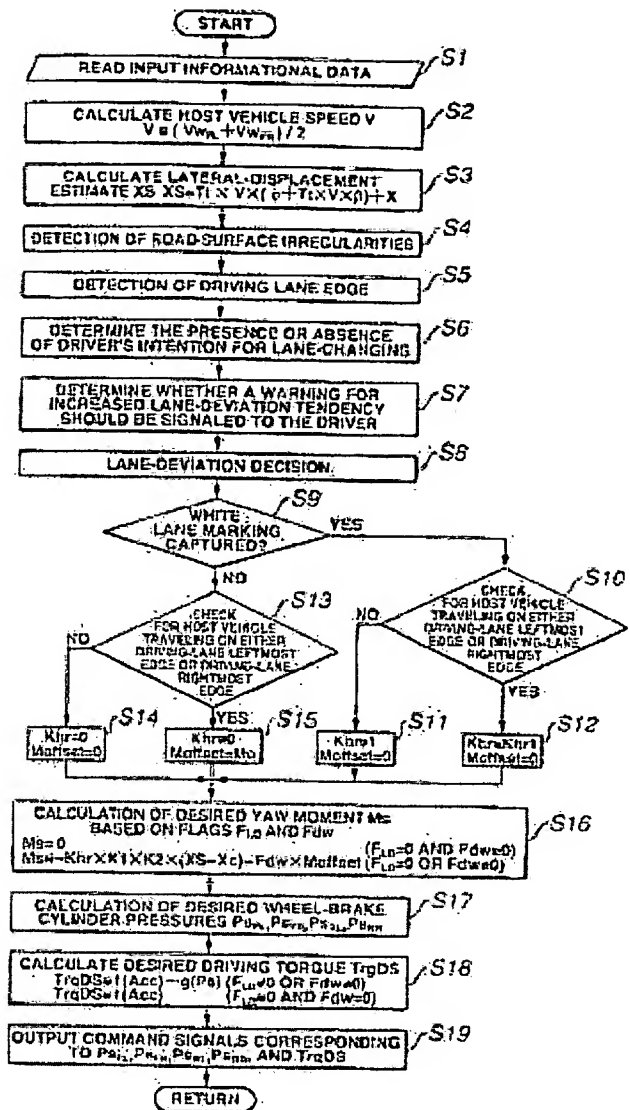
 US7236884 (B2)

 JP2004322787 (A)

Abstract not available for DE 102004019896 (A1)

Abstract of corresponding document: **US 2004215393 (A1)**

An automotive lane deviation prevention apparatus includes an electronic control unit configured to be electronically connected to a yawing-motion control actuator such as braking force actuators or a steering actuator for lane deviation prevention and vehicle yawing motion control purposes. The control unit has a processor programmed for determining whether or not a host vehicle is traveling on predetermined irregularities formed on or close to either one of a left-hand side lane marking line and a right-hand side lane marking line of a driving lane. The processor is further programmed for executing vehicle yawing motion control by which the host vehicle returns to a central position of the driving lane, when the host vehicle is traveling on the predetermined irregularities.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



PO 4NM-024DE

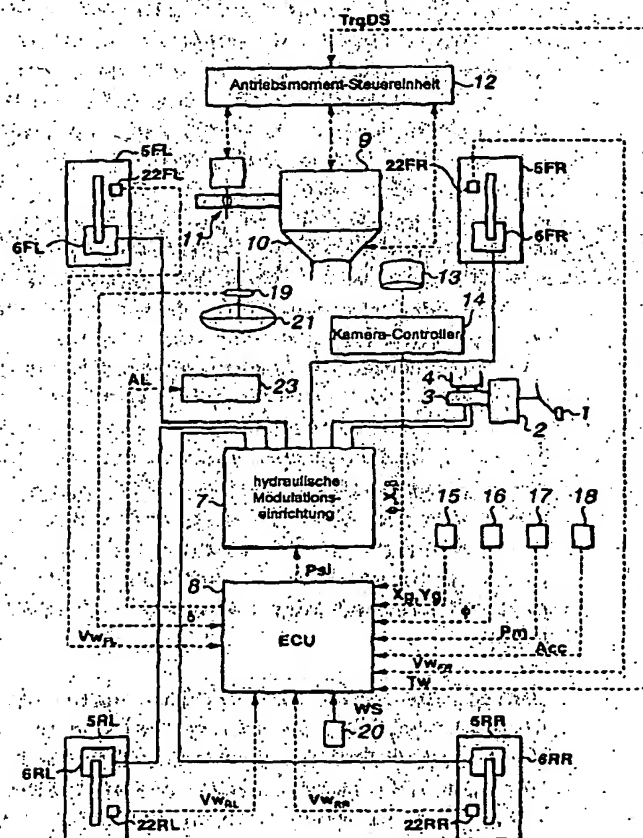
(12)

G08G 1/16

(72) Erfinder:
Matsumoto, Shinji, Kamakura, Kanagawa, JP;
Tange, Satoshi, Fujisawa, Kanagawa, JP; Suzuki,
Tatsuya, Yokosuka, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung für Kraftfahrzeuge zur Verhinderung der Fahrspurabweichung umfasst eine elektronische Steuereinheit, die so beschaffen ist, dass sie mit einem Aktuator zur Steuerung der Gierbewegung, wie etwa Bremskraftaktuatoren oder ein Lenkaktuator, zum Zweck der Steuerung der Verhinderung der Fahrspurabweichung und der Steuerung der Gierbewegung des Fahrzeugs verbunden werden kann. Die Steuereinheit besitzt einen Prozessor, der programmiert ist, um zu bestimmen, ob ein die Vorrichtung tragendes Fahrzeug auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie einer Fahrspur bzw. nahe an diesen ausgebildet sind. Der Prozessor ist programmiert, um eine Steuerung der Gierbewegung des Fahrzeugs auszuführen, durch die das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zu einer mittigen Position der Fahrspur zurückkehrt, wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung für Kraftfahrzeuge zum Verhindern des Abweichens von einer Fahrspur und insbesondere eine verbesserte Steuerungstechnologie für Kraftfahrzeuge zum Verhindern des Abweichens von einer Fahrspur, die in der Lage ist, das Abweichen eines die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von seiner Fahrspur zu vermeiden, selbst wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, in einem Zustand von der Fahrspur abzuweichen, bei dem auf Grund extremer Wittersituationen, wie etwa dichter Nebel, starker Schneefall, extremer Regen oder Vereisung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, eine geringe Sicht vorhanden ist oder sogar dann, wenn weiße Fahrspurmarkierungen oder weiße Fahrspurmarkierungslinien teilweise durch Schnee bedeckt sind.

Stand der Technik

[0002] In den letzten Jahren sind verschiedene Technologien zur automatischen Steuerung zum Verhindern des Abweichens von der Fahrspur und Technologien zur dynamischen Steuerung von Fahrzeugen vorgeschlagen und entwickelt worden. In Kraftfahrzeugen, die sowohl die Funktion der dynamischen Steuerung des Fahrzeugs (VDC-Funktion) als auch die Funktion zum Verhindern des Abweichens von der Fahrspur (LDP-Funktion) aufweisen, gibt es im Allgemeinen zwei Typen der Steuerung zum Verhindern des Abweichens von der Fahrspur, und zwar ein LDP-Steuersystem, das einen Lenkaktuator verwendet, und ein LDP-Steuersystem, das Bremskraftaktuatoren verwendet. Bei dem LDP-Steuersystem mit Lenkaktuator wird das Abweichen von der Fahrspur verhindert, indem ein Giermoment erzeugt wird, wobei der Lenkaktuator in Abhängigkeit von einer seitlichen Verlagerung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs oder einer seitlichen Abweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von einer Mittelachse (einer Referenzachse) der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs gesteuert wird. Ein derartiges LDP-Steuersystem mit Lenkaktuator ist aus JP 11-180327-A bekannt.

[0003] Bei dem LDP-Steuersystem mit Bremskraftaktuator wird ein Abweichen von der Fahrspur verhindert, indem ein Giermoment erzeugt wird, wobei jeder Bremskraftaktuator, wie etwa eine hydraulische Modulationseinrichtung des ABS-Systems, in Abhängigkeit von einer seitlichen Abweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von einer Mittelachse der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs gesteuert wird. Um das Giermoment zur Vermeidung der Fahrspurabweichung zu erzeugen, werden gewöhnlich Bremskräfte an den Rädern entgegengesetzt zu der Richtung, in der die Abweichung erfolgt, angelegt. Ein

derartiges LDP-Steuersystem mit Bremskraftaktuator ist aus JP 2000-33860-A und aus JP 2001-310719-A bekannt.

[0004] Ein LDP-Steuersystem, das aus JP 11-180327-A, JP 2000-33860-A oder aus JP 2001-310719-A bekannt ist, verwendet häufig eine am Fahrzeug angebrachte Kamera des Typs ladungsgekoppelte Vorrichtung (CCD-Kamera) und einen Kamera-Controller als einen externen Erkennungssensor, der wirkt, um eine Position des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs zu erfassen und dessen Sensorsignal für die Steuerung zur Vermeidung des Abweichens von der Fahrspur oder zur Steuerung der Verhinderung des Abweichens von der Fahrspur verwendet wird. In dem Kamera-Controller wird auf der Grundlage einer Bildverarbeitung von Bilddaten, die vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug erfasst und durch die CCD-Kamera aufgenommen werden, eine weiße Fahrspurmarkierung, wie etwa eine weiße Linie, erfasst und somit wird die gegenwärtige Verkehrsspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs erfasst, es werden im Einzelnen Informationen der Ist-Position des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs erfasst oder mit anderen Worten, es werden Informationen erfasst, ob das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, von der Fahrspur abzuweichen.

[0005] Bei der Erfassung der weißen Fahrspurmarkierung auf der Grundlage von Bilddaten, die von der am Fahrzeug angebrachten Kamera aufgenommen werden, ist es jedoch schwierig, die Tendenz des Fahrzeugs zur Fahrspurabweichung zu erfassen oder zu bestimmen, wenn infolge extremer Wetterbedingungen, z. B. dichter Nebel, starker Schneefall, extremer Regen oder Vereisung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs eine verminderte Sicht vorhanden ist. Das heißt, bei extremen Wetterbedingungen ist die Fähigkeit des LDP-Steuersystems, die Fahrbahnabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs zu vermeiden, bedeutend herabgesetzt.

Aufgabenstellung

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, die erwähnten Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und eine Vorrichtung für Kraftfahrzeuge zur Verhinderung des Abweichens von der Fahrspur (LDP-Vorrichtung) zu schaffen, die die Leistungsfähigkeit zur Verhinderung des Abweichens von der Fahrspur stark verbessert, selbst wenn infolge extremer Wittersituationen, wie etwa dichter Nebel, starker Schneefall, extremer Regen oder Vereisung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, eine schlechte Sicht vorhanden ist.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst

DE 10 2004 019 896 A1 2004.11.25

durch eine Vorrichtung für Kraftfahrzeuge zur Verhinderung des Abweichens von der Fahrspur nach Anspruch 1 bzw. durch ein Verfahren für Kraftfahrzeuge zur Verhinderung des Abweichens von der Fahrspur nach Anspruch 16 oder 17; Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Um die oben erwähnten sowie weitere Aufgaben der Erfindung zu lösen, umfasst eine Vorrichtung für Kraftfahrzeuge zur Verhinderung des Abweichens von der Fahrspur einen Prozessor, der so programmiert ist, dass er eine Steuerung der Fahrzeuggierbewegung ausführt, durch die ein die Vorrichtung tragendes Fahrzeug zu einer mittigen Position einer Fahrspur zurückkehrt, wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die sowohl an einer linken Fahrspurmarkierungslinie als auch an einer rechten Fahrspurmarkierungslinie oder nahe an diesen ausgebildet sind.

[0009] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst eine Vorrichtung für Kraftfahrzeuge zur Verhinderung des Abweichens von der Fahrspur einen Prozessor, der so programmiert ist, dass er die folgenden Schritte ausführt: Bestimmen, ob ein die Vorrichtung tragendes Fahrzeug auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten, die sowohl an einer linken Fahrspurmarkierungslinie als auch an einer rechten Fahrspurmarkierungslinie einer Fahrspur oder nahe an diesen ausgebildet sind, fährt; und Ausführen einer Steuerung der Fahrzeuggierbewegung, durch die das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zu einer mittigen Position der Fahrspur zurückkehrt, wenn es auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt.

[0010] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst eine Vorrichtung für Kraftfahrzeuge zur Verhinderung des Abweichens von der Fahrspur Sensoren, die erfassen, ob ein die Vorrichtung tragendes Fahrzeug auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten, die sowohl an einer linken Fahrspurmarkierungslinie als auch an einer rechten Fahrspurmarkierungslinie einer Fahrspur oder nahe an diesen ausgebildet sind, fährt; einen Aktuator zur Steuerung der Gierbewegung, der ein Lenkmoment einstellt, welches auf das die Vorrichtung tragende Fahrzeug ausgeübt wird; eine Steuereinheit, die so konfiguriert ist, dass sie mit dem Aktuator zur Steuerung der Gierbewegung und den Sensoren elektronisch verbunden ist, um die Gierbewegung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in Reaktion auf Signale von den Sensoren für die Zwecke der Steuerung der Gierbewegung zu steuern, wobei die Steuereinheit Mittel für die Erfassung von Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche umfassen, um anhand der Signale von den Sensoren zu bestimmen, ob das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, und Mittel zur Steuerung der Fahrzeuggierbewegung zum Ausführen der Steuerung

der Fahrzeuggierbewegung, durch welche das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zu einer mittigen Position der Fahrspur zurückkehrt, wenn die Mittel für die Erfassung von Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche bestimmen, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt.

[0011] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung verwendet ein Verfahren zum Verhindern der Fahrspurabweichung eines zu steuernden Fahrzeugs Bremskraftaktuatoren, die Bremskräfte einstellen, die auf entsprechende Räder ausgeübt werden, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Erfassen, ob das zu steuernde Fahrzeug auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten, die sowohl an einer linken Fahrspurmarkierungslinie als auch an einer rechten Fahrspurmarkierungslinie einer Fahrspur oder nahe an diesen ausgebildet sind, fährt; und Ausführen der Steuerung zur Verhinderung der Fahrspurabweichung durch eine Rückkopplungssteuerung der Bremskräfte, die auf die Räder ausgeübt werden, so dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zu einer mittigen Position der Fahrspur zurückkehrt, wenn das zu steuernde Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt.

[0012] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung verwendet ein Verfahren zum Verhindern der Fahrspurabweichung eines zu steuernden Fahrzeugs einen Lenkaktuator, der ein Lenkmoment einstellt, das auf ein Lenkrad ausgeübt wird, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Erfassen, ob das zu steuernde Fahrzeug auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten, die sowohl an einer linken Fahrspurmarkierungslinie als auch an einer rechten Fahrspurmarkierungslinie einer Fahrspur oder nahe an diesen ausgebildet sind, fährt; und Ausführen der Steuerung zur Verhinderung der Fahrspurabweichung durch eine Rückkopplungssteuerung des Lenkmoments, das auf das Lenkrad ausgeübt wird, so dass das zu steuernde Fahrzeug zu einer mittigen Position der Fahrspur zurückkehrt, wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt.

Ausführungsbeispiel

[0013] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden deutlich beim Lesen der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen, die auf die Zeichnungen Bezug nimmt; es zeigen:

[0014] Fig. 1 einen Blockschaltplan des Systems, der eine Ausführungsform einer Vorrichtung für Kraftfahrzeuge Verhindern der Fahrspurabweichung (LDP-Vorrichtung) veranschaulicht;

[0015] Fig. 2 einen Ablaufplan, der eine Routine der Steuerung zum Verhindern einer Fahrspurabweichung

chung zeigt, die durch die LDP-Vorrichtung der Ausführungsform von Fig. 1 ausgeführt wird;

[0016] Fig. 3A bis 3C erläuternde Ansichten, die Schwankungen der Raddrehzahl und Schwankungen der Radbeschleunigung zeigen, die infolge von Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche auftreten;

[0017] Fig. 4 eine kennzeichnende Darstellung der vorgegebenen Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs gegenüber dem Entscheidungsschwellenwert S_{limit} , die für die LDP-Steueroutine von Fig. 2 verwendet wird;

[0018] Fig. 5 eine kennzeichnende Darstellung der vorgegebenen Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs gegenüber einem Anfangseinstellwert T_{so} , die für die LDP-Steueroutine von Fig. 2 verwendet wird;

[0019] Fig. 6A bis 6E Ablaufpläne, die Steueraktionen erläutern, die von der Vorrichtung der Ausführungsform, die die in Fig. 2 gezeigte LDP-Steueroutine ausführt, durchgeführt werden;

[0020] Fig. 7 eine kennzeichnende Darstellung der vorgegebenen Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs gegenüber einer Proportionalverstärkung K_2 , die für die LDP-Steueroutine von Fig. 2 verwendet wird;

[0021] Fig. 8 eine erläuternde Ansicht, die Steueraktionen erläutert, die von der Vorrichtung der Ausführungsform, die die in Fig. 2 gezeigte LDP-Steueroutine ausführt, durchgeführt werden;

[0022] Fig. 9A und 9B Ablaufpläne, die Änderungen der Beschleunigung/Verzögerung des linken Vorderrads bzw. des rechten Vorderrads zeigen;

[0023] Fig. 10 einen Ablaufplan, der eine modifizierte Steueroutine (modifizierte arithmetische und logische Operationen) zeigt, die in einer Steuereinheit der Brems-/Antriebskraft ausgeführt wird, die in der LDP-Vorrichtung der Ausführungsform enthalten ist;

[0024] Fig. 11 einen Blockschaltplan, der eine modifizierte LDP-Vorrichtung veranschaulicht, die ein LDP-Steuersystem mit Lenkaktuator verwendet;

[0025] Fig. 12 einen Ablaufplan, der eine Steueroutine (arithmetische und logische Operationen) zeigt, die in einer Steuereinheit der Brems-/Antriebskraft ausgeführt wird, die in der in Fig. 11 gezeigten modifizierten LDP-Vorrichtung enthalten ist;

[0026] Fig. 13 eine erläuternde Ansicht, die Steueraktionen zeigt, die von der modifizierten LDP-Vorrichtung ausgeführt werden, die die in Fig. 12 gezeigte

Routine ausführt; und

[0027] Fig. 14 eine erläuternde Ansicht, die eine Modifikation von Schwankungen der Radbeschleunigung und von Schwankungen der Radverzögerung zeigt, die infolge von Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche auftreten.

[0028] In der Zeichnung und insbesondere in Fig. 1 ist die Vorrichtung zum Verhindern der Fahrspurabweichung (LDP-Vorrichtung) der Ausführungsform beispielhaft in einem hinterradgetriebenen Fahrzeug, das mit einem System zur adaptiven Fahrsteuerung (ACC-System) ausgerüstet ist und ein Automatikgetriebe 10 sowie ein hinteres Differentialgetriebe verwendet, dargestellt. In der LDP-Vorrichtung der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform wird als ein Bremskraftsteuersystem, das die hydraulischen Bremsdrücke der einzelnen Radbremszylinder (d. h. die Radbremszylinder vorne links, vorne rechts, hinten links und hinten rechts) voneinander unabhängig steuert, ein Vier-Kanal-Bremssteuersystem, wie etwa ein Vier-Kanal-ABS-System oder ein Vier-Kanal-Traktionssteuersystem, zur Traktionssteuerung verwendet. In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 1 ein Bremspedal, das Bezugszeichen 2 bezeichnet einen Bremsverstärker, das Bezugszeichen 3 bezeichnet einen Hauptzylinder (genauer einen Tandem-Hauptzylinder, der für ein Zweikreis-Bremssystem verwendet wird und in zwei Abschnitte unterteilt ist, nämlich in den vorderen und den hinteren hydraulischen Bremsabschnitt) und das Bezugszeichen 4 bezeichnet einen Bremsflüssigkeitsbehälter. Gewöhnlich wird ein Bremsflüssigkeitsdruck, der durch den Hauptzylinder 3 in Abhängigkeit vom Betrag des Niederdrückens des Bremspedals 1 erzeugt wird, jeweils an einen vorderen linken Radbremszylinder 6FL für ein linkes Vorderrad 5FL, einen vorderen rechten Radbremszylinder 6FR für ein rechtes Vorderrad 5FR, einen hinteren linken Radbremszylinder 6RL für ein linkes Hinterrad 5RL und einen hinteren rechten Radbremszylinder 6RR für ein rechtes Hinterrad 5RR geliefert. Die Drücke der Radbremszylinder vorne links, vorne rechts, hinten links und hinten rechts werden mittels eines Bremsflüssigkeitsdruck-Steuerkreises (eine Radzylinderdruck-Steuereinheit) oder mittels einer hydraulischen Modulationseinrichtung 7, die zwischen dem Hauptzylinder 3 und jedem der Radbremszylinder 6FL, 6FR, 6RL und 6RR angeordnet ist, voneinander unabhängig geregelt. Die hydraulische Modulationseinrichtung 7 enthält Hydraulikdruck-Steueraktuatoren (Bremskraftaktuatoren), die jeweils Bremskreisen des ersten Kanals (vorne links), des zweiten Kanals (vorne rechts), des dritten Kanals (hinten links) und des vierten Kanals (hinten rechts) zugeordnet sind, so dass die Drücke der Radbremszylinder vorne links; vorne rechts, hinten links und hinten rechts unabhängig voneinander aufgebaut, gehalten oder verringert werden können. Jeder der Hydraulikdruck-Steueraktuatoren der

hydraulischen Modulationseinrichtung 7 enthält ein proportionales Magnetventil, wie etwa ein elektromagnetisch gesteuertes Magnetventil, das den Druck des Radbremszylinders auf einen Soll-Druckpegel regelt. Jedes der elektromagnetisch gesteuerten Magnetventile der hydraulischen Modulationseinrichtung 7 reagiert auf ein Befehlssignal von einer Brems-/Antriebskraft-Steuereinheit oder einfacher einer elektronischen Steuereinheit (ECU) 8, zum Regulieren des Radzylinderdrucks von jedem der Radbremszylinder 6FL bis 6RR in Reaktion auf den Befehlssignalwert von der Ausgangsschnittstelle der ECU 8, unabhängig von der Bremsaktion (das Niederdrücken des Bremspedals), die durch den Fuß des Fahrers manuell erzeugt wird.

[0029] Das hinterradgetriebene Fahrzeug mit ACC-System der Ausführungsform von Fig. 1 enthält außerdem eine elektrische Antriebsmoment-Steuereinheit 12, die ein Antriebsmoment, das an die als Antriebsräder dienenden Hinterräder 5RL und 5RR, übertragen wird, steuert, indem ein Betriebszustand einer Maschine 9, ein ausgewähltes Übersetzungsverhältnis eines Automatikgetriebes 10 und/oder eine Drosselöffnung eines Drosselventils 11 (die mit einer Öffnung Acc der Beschleunigungseinrichtung korreliert) gesteuert wird. Im Einzelnen kann der Betriebszustand der Maschine 9 gesteuert werden, indem die Menge des eingespritzten Brennstoffs oder ein Zündzeitpunkt gesteuert wird. Außerdem kann der Betriebszustand der Maschine durch die Steuerung der Drosselöffnung gesteuert werden. Die Antriebsmoment-Steuereinheit 12 ist so beschaffen, dass sie das Antriebsmoment, das an die hinteren Räder 5RL und 5RR (Antriebsräder) übertragen wird, einzeln steuert. Außerdem reagiert die Antriebsmoment-Steuereinheit 12 auf ein Antriebsmoment-Befehlssignal von der ECU 8, derart, dass das Antriebsmoment in Abhängigkeit von dem Wert des Antriebsmoment-Befehlssignals gesteuert wird.

[0030] Ein hinterradgetriebenes Fahrzeug mit ACC-System der Ausführungsform von Fig. 1 enthält außerdem eine Stereokamera mit einem Bildsensor mit ladungsgekoppelter Vorrichtung (LCC) oder einfacher mit einer Kamera mit ladungsgekoppelter Vorrichtung (LCC) 13 (eine Bildaufnahmeforrichtung) und einen Kamera-Controller 14 (der als Fahrspurmarkierungslinien-Detektor dient) als einen externen Erkennungssensor, der wirkt, um die Informationen der Ist-Position des Fahrzeugs mit ACC-System (das die Vorrichtung tragende Fahrzeug) in der Fahrspur (die Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs) zu erfassen, und dessen Sensorsignal für die Steuerung zum Verhindern der Fahrspurabweichung verwendet wird. In dem Kamera-Controller 14 wird auf der Grundlage einer Bildverarbeitung von Daten des Bilds vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug, die von der CCD-Kamera 13 aufgenommen werden, eine Fahrspurbegrenzung oder eine Fahr-

spurmarkierung (oder eine weiße Fahrspurmarkierungslinie, die zwei benachbarte Fahrspuren trennt), wie etwa eine weiße Linie, und somit die gegenwärtige Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs erfasst bzw. es werden genau die Informationen der gegenwärtigen Position des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs erfasst. Außerdem berechnet oder schätzt der Prozessor des Kamera-Controllers 14 auf der Grundlage der Bilddaten von der CCD-Kamera 13, die eine Angabe der Bilddaten sind, einen Gierwinkel ϕ des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in Bezug auf die Richtung der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, eine seitliche Verlagerung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs oder eine seitliche Abweichung X des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von einer Mittelachse (einer Referenzachse) der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs sowie eine Krümmung β der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs. Der Gierwinkel ϕ des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs ist ein Winkel zwischen der Richtung der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs und der x-Achse des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs eines Fahrzeugachsensystems (x, y, z). Wenn die weiße Fahrspurbegrenzung oder Fahrspurmarkierung, wie etwa eine weiße Linie, vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug abgetragen würde oder wenn die weißen Fahrspurbegrenzungen oder Fahrspurmarkierungen teilweise von Schnee bedeckt sind, ist es unmöglich, die Fahrspurbegrenzungen oder Fahrspurmarkierungen genau und sicher zu erkennen. In diesem Fall werden alle Erfassungsparameter, und zwar der Gierwinkel ϕ des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, die seitliche Abweichung X und die Krümmung β auf "0" gesetzt.

[0031] Die elektrische Steuereinheit (ECU) 8 umfasst im Allgemeinen einen Mikrocomputer, der eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) oder einen Mikroprozessor (MPU), Speicher (RAM, ROM) und eine Eingabe-/Ausgabeschnittstelle (I/O) enthält. Außer den Signalen, die eine Angabe der Parameter ϕ , X und β sind, die durch den Kamera-Controller 14 berechnet werden, und dem Signal, das eine Angabe des Antriebsmoments T_w ist, das durch die Antriebsmoment-Steuereinheit 12 gesteuert und erzeugt wird, empfängt die Eingabe-/Ausgabeschnittstelle (I/O) der ECU 8 Eingangsinformationen von verschiedenen Maschinen-/Fahrzeugschaltern und Sensoren, wie etwa ein Beschleunigungssensor (G-Sensor) 15, ein Gierraten-Sensor 16, ein Hauptzylinderdrucksensor 17, ein Sensor 18 der Öffnung der Beschleunigungseinrichtung, ein Lenkwinkelsensor 19, Geschwindigkeitssensoren 22FL, 22FR, 22RL und 22RR des linken Vorderrads, des rechten Vorderrads, des linken Hinterrads und des rechten Hinterrads und ein Richtungsanzeigeschalter 20. Wie in dem Blockschaltplan des Systems von Fig. 1 ersicht-

lich ist, ist die ECU 8 für eine gegenseitige Kommunikation über eine Datenverbindung mit der Antriebsmoment-Steuereinheit 12 elektrisch verbunden. Der Beschleunigungssensor 15 ist vorgesehen, um eine Längsbeschleunigung X_g und eine Querschleunigung Y_g , die auf das die Vorrichtung tragende Fahrzeug ausgeübt werden, zu erfassen und/oder eine vertikale Beschleunigung eines Punkts der Fahrgaugaufhängung, der sich aufwärts und abwärts bewegt, zu erfassen. Der Gierratensensor 16 ist vorgesehen, um eine Gierrate ϕ' (einen der Fahrzustände des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs) zu erfassen, die aus einem Gierrmoment resultiert, welches auf das die Vorrichtung tragende Fahrzeug wirkt. Der Hauptzylinderdrucksensor 17 ist vorgesehen, um einen Hauptzylinderdruck P_m des Hauptzylinders 3, d. h. den Betrag des Niederdrückens des Bremspedals 1 zu erfassen. Der Sensor 18 der Öffnung der Beschleunigungseinrichtung ist vorgesehen, um eine Öffnung Acc der Beschleunigungseinrichtung (die mit einer Drosselöffnung korreliert) zu erfassen, die von einer manipulierten Variable des Niederdrückens des Gaspedals des Fahrers abhängt. Der Lenkwinkelsensor 19 ist vorgesehen, um den Lenkwinkel δ eines Lenkrads 21 zu erfassen. Die Geschwindigkeitssensoren 22FL, 22FR, 22RL und 22RR des linken Vorderrads, des rechten Vorderrads, des linken Hinterrads und des rechten Hinterrads sind vorgesehen, um die Geschwindigkeiten $V_{w_{FL}}$, $V_{w_{FR}}$, $V_{w_{RL}}$ bzw. $V_{w_{RR}}$ des linken Vorderrads, des rechten Vorderrads, des linken Hinterrads bzw. des rechten Hinterrads zu erfassen, die gemeinsam als "Vw" bezeichnet werden. Der Richtungsanzeigeschalter 20 ist vorgesehen, um zu erfassen, ob die Richtungsanzeige eingeschaltet ist, und um außerdem die Richtung zu erfassen, die durch die Richtungsanzeige eingeschaltet ist, und um ein Richtungsanzeigeschaltersignal WS auszugeben. Zusätzlich zu der CCD-Kamera 13 und dem Kamera-Controller 14 kann ein Radar-Controller vorgesehen sein, wie etwa ein Abtastlaser-Radarsensor, der als ein Objektdetektor dient, um ein vorausfahrendes Fahrzeug (oder ein relevantes Zielfahrzeug) oder ein voraus befindliches Objekt oder ein fahrendes Fahrzeug auf der benachbarten Fahrspur genauer aufzunehmen, zu erkennen, wahrzunehmen oder zu erfassen. In diesem Fall können zusätzlich zu den eingegebenen Informationsdaten, und zwar zusätzlich zu dem Gierwinkel ϕ des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, der seitlichen Abweichung X des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs und der Krümmung β und zu den Informationen, ob die weiße Fahrspurmarkierung, wie etwa eine weiße Linie, vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug durch die CCD-Kamera 13 erkannt oder aufgenommen wird (mit anderen Worten ein Erkennungssignal oder ein Entscheidungssignal, ob die weiße Fahrspurmarkierung durch den Kamera-Controller 14 erfasst wird) zusätzliche Eingangsinformationen, d. h. eine relative Längsentfernung L_x von dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug zu dem voraus fahren-

den Fahrzeug (oder zu dem voraus befindlichen Objekt), eine relative seitliche Entfernung L_y von dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug zu dem auf der benachbarten Fahrspur fahrenden Fahrzeug (oder zu einem benachbart angeordneten Objekt) und eine Breite H_s des voraus fahrenden Fahrzeugs oder des voraus oder benachbart befindlichen Objekts erfasst oder abgeschätzt und in die Eingangsschnittstelle der ECU 8 eingegeben werden. In dem ACC-System werden diese Informationen für eine Kollisionsvermeidungssteuerung sowie für eine Steuerung zur Verhinderung der Fahrspurabweichung verwendet. Die oben erwähnte CCD-Kamera 13 und der Kamera-Controller 14 und der Radar-Controller arbeiten als ein externer Erkennungsdetektor oder als ein Fahrspurmarkierungslinien-Detektor oder als ein Detektor des Fahrwegzustands, der den Zustand des Weges erfasst, auf dem das die Vorrichtung tragende Fahrzeug fährt. Da die Daten, die alle Fahrzustände des Fahrzeugs angeben, oder die Daten, die den Zustand des Fahrwegs angeben, und zwar die Gierrate ϕ' , die seitliche Beschleunigung Y_g , der Lenkwinkel δ , der Gierwinkel ϕ und die seitliche Abweichung X eine Richtungsabhängigkeit oder eine Polarität in Bezug auf die Richtungen links oder rechts aufweisen, wird eine Änderung der Daten, die den Fahrzustand des Fahrzeugs nach links angeben, als ein positiver Wert angegeben, während eine Änderung der Daten, die den Fahrzustand des Fahrzeugs nach rechts angeben, als ein negativer Wert angegeben wird. Im Einzelnen werden die Gierrate ϕ' , die seitliche Beschleunigung Y_g , der Lenkwinkel δ und der Gierwinkel ϕ während einer Linkskurve als positive Werte angegeben. Umgekehrt werden diese Parameter während einer Rechtskurve als negative Werte angegeben. Andererseits wird die seitliche Abweichung X als ein positiver Wert angegeben, wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug von der Mittelachse der gegenwärtigen Fahrspur nach links abweicht. Wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dagegen von der Mittelachse der gegenwärtigen Fahrspur nach rechts abweicht, wird die seitliche Abweichung X als ein negativer Wert angegeben. Der positive Signalwert des Signals WS des Richtungsanzeigeschalters vom Richtungsanzeigeschalters 20 bedeutet eine Linkskurve (Drehung des Richtungsanzeigeschalters 20 in Gegenuhrzeigerrichtung), wohingegen der negative Signalwert des Signals WS des Richtungsanzeigeschalters eine Rechtskurve angibt (Drehung des Richtungsanzeigeschalters 20 in Uhrzeigerrichtung). Die ECU 8 ist außerdem mit einem Warnsystem 23 verbunden, das einen Warnsummer und/oder eine Warnleuchte aufweist, die in Reaktion auf ein Alarmsignal AL von der ECU 8 eingeschaltet wird, so dass dem Fahrer eine optische und/oder akustische Warnung signalisiert wird. Wenn die Möglichkeit einer Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs besteht, ermöglicht die zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) in der ECU 8 durch die E/A-Schnittstelle den Zugriff auf eingegebene Infor-

DE 10 2004 019 896 A1 2004.11.25

mationsdatensignale von den oben erläuterten Maschinen-/Fahrzeugschaltern und Sensoren und dem Kamera-Controller 14 und der Antriebsmoment-Steuereinheit 12 und ist verantwortlich für die Ausführung verschiedener Steuerprogramme, die in den Speichern gespeichert sind und erforderliche arithmetische und logische Operationen ausführen können. Rechenergebnisse oder Ergebnisse arithmetischer Berechnungen, mit anderen Worten, berechnete Ausgangssignale oder Steuerbefehlssignale werden über die Schaltungsanordnung der Ausgangsschnittstelle zu den Ausgangsstufen, z. B. die Magnetventile der hydraulischen Modulationseinrichtung 7 und der Warnsummer/die Warnleuchte des Warnsystems 23 verstärkt.

[0032] Die LDP-Steerroutine, die in der ECU 8 ausgeführt wird, die in der LDP-Vorrichtung für ein Fahrzeug der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform enthalten ist, wird nachfolgend unter Bezugnahme auf den in Fig. 2 gezeigten Ablaufplan genau beschrieben. Die LDP-Steerroutine von Fig. 2 wird in Form von zeitlich ausgelösten Unterbrechungsroutinen ausgeführt, die nach jeweils vorgegebenen Abtastzeitintervallen ΔT , wie etwa nach jeweils 20 Millisekunden ausgelöst werden.

[0033] Im Schritt 51 werden eingegebene Informationsdaten von den oben erwähnten Maschinen-/Fahrzeugsensoren und Schaltern und von dem Antriebsmoment-Controller 12 und dem Kamera-Controller 14 gelesen. Im Einzelnen werden die Signaldaten der Maschinen-/Fahrzeugsensoren bzw. -schalter gelesen, wie etwa die Längsbeschleunigung X_g , die Querb beschleunigung Y_g , die Gierrate ϕ' , die Radrehzahlen V_{wi} ($V_{w_{FL}}$, $V_{w_{FR}}$, $V_{w_{RL}}$, $V_{w_{RR}}$), die Öffnung Acc der Beschleunigungseinrichtung, der Hauptzylinderdruck P_m , der Lenkwinkel δ und das Signal WS des Richtungsanzeigeschalters des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs sowie Signaldaten von der Antriebsmoment-Steuereinheit 12, wie etwa das Antriebsmoment T_w , und Signaldaten von dem Kamera-Controller 14, wie etwa der Gierwinkel ϕ in Bezug auf die Richtung der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, die seitliche Abweichung (seitliche Verlagerung) X von der Mittelachse der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, die Krümmung β der gegenwärtigen Fahrspur und das Erkennungssignal in Bezug darauf, ob die weiße Fahrspurmarkierung durch den Kamera-Controller 14 erfasst wird. Der Gierwinkel ϕ des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs kann durch Integrieren der Gierrate ϕ' , die durch den Gierratensensor 16 erfasst wird, berechnet werden. Außerdem erfolgt im Schritt S1 eine Prüfung um festzustellen, ob das Erkennungssignal von dem Kamera-Controller 14 einen Zustand angibt, bei dem die weiße Fahrbahnmarkierungslinie vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug ausreichend und zufrieden stellend erfasst wird. Wenn das Erkennungssignal von dem Kamera-Controller 14 einen Zustand angibt, bei dem die weiße Fahrbahnmarkierungslinie vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug ausreichend und zufrieden stellend erfasst wird, wird ein so genannter Erkennungsmerker $F_{camready}$ auf "1" gesetzt. Wenn das Erkennungssignal von dem Kamera-Controller 14 dagegen einen Zustand angibt, bei dem die weiße Fahrbahnmarkierungslinie vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug nicht zufrieden stellend erfasst wird, wird der Erkennungsmerker $F_{camready}$ auf "0" zurückgesetzt.

nungssignal von dem Kamera-Controller 14 einen Zustand angibt, bei dem die weiße Fahrbahnmarkierungslinie vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug ausreichend und zufrieden stellend erfasst wird, wird ein so genannter Erkennungsmerker $F_{camready}$ auf "1" gesetzt. Wenn das Erkennungssignal von dem Kamera-Controller 14 dagegen einen Zustand angibt, bei dem die weiße Fahrbahnmarkierungslinie vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug nicht zufrieden stellend erfasst wird, wird der Erkennungsmerker $F_{camready}$ auf "0" zurückgesetzt.

[0034] Im Schritt S2 wird die Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs berechnet. Die Geschwindigkeit des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs wird konkret als ein einfacher Mittelwert $(V_{w_{FL}} + V_{w_{FR}})/2$ der Geschwindigkeiten $V_{w_{FL}}$ und $V_{w_{FR}}$ des linken bzw. des rechten Vorderrads (die den Radgeschwindigkeiten der angetriebenen Räder 5FL und 5FR entsprechen) aus dem Ausdruck $V = (V_{w_{FL}} + V_{w_{FR}})/2$ berechnet. Bei einem Fahrzeug mit ABS-System kann statt dessen eine Pseudo-Fahrzeuggeschwindigkeit, die für den Blockierschutz verwendet wird, als Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs verwendet werden.

[0035] Im Schritt S3 wird ein Schätzwert XS der Querverlagerung, mit anderen Worten ein Schätzwert einer zukünftigen seitlichen Abweichung oder ein Schätzwert einer zukünftigen seitlichen Verlagerung abgeschätzt oder arithmetisch berechnet. Tatsächlich wird ein Schätzwert XS der Querverlagerung auf der Grundlage der zuletzt aktualisierten Informationen, die den Gierwinkel ϕ des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in Bezug auf die Richtung der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs (mit anderen Worten die Orientierung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in Bezug auf die Richtung der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs), die seitliche Abweichung X von der Mittelachse der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, die Krümmung β der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs und die Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs ($= (V_{w_{FL}} + V_{w_{FR}})/2$) betreffen, aus der folgenden Beziehung (1)

$$XS = T_t \times V \times (\phi + T_t \times V \times \beta) + X \quad (1)$$

geschätzt oder arithmetisch berechnet, wobei T_t einen zeitlichen Abstand zwischen dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug, die beide in der gleichen Richtung und in der gleichen Fahrspur fahren, bezeichnet und das Produkt $(T_t \times V)$ aus dem zeitlichen Abstand T_t und der Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs einen Abstand zwischen der gegenwärtigen Position des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs und dem vorderen Fixierpunkt bedeutet. Das

heißt, ein Schätzwert der seitlichen Abweichung von der Mittelachse der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, die nach dem zeitlichen Abstand T_t auftreten kann, wird als Schätzwert X_S der zukünftigen seitlichen Abweichung betrachtet.

[0036] Im Schritt S4 erfolgt eine Erfassung der vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, die auf der weißen Fahrspurmarkierungslinie (die weiße Fahrspurmarkierung) ausgebildet sind. Mit anderen Worten, es erfolgt eine Prüfung, ob eines der Vorderräder **5FL** oder **5FR** des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, die auf der weißen Fahrspurmarkierung ausgebildet sind, fährt. Um z. B. den Fahrer vor der Tendenz des Fahrzeugs zur Fahrspurabweichung von der gegenwärtigen Fahrspur mittels einer Vibrationsbewegung, die in das Fahrzeug eingegeben wird, zu warnen oder ihn darüber zu informieren, sind derartige Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche in gleichem Abstand auf der weißen Fahrbahnmarkierung wiederholt ausgebildet. Wie aus den erläuternden Ansichten der Fig. 3A bis 3C ersichtlich ist, fährt eines der Vorderräder **5FL** und **5FR** auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, die auf der weißen Fahrbahnmarkierung in gleichem Abstand wiederholt ausgebildet sind, wobei die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads (oder die Geschwindigkeit $V_{w_{FR}}$ des rechten Vorderrads) dazu tendiert, bei einer im Wesentlichen konstanten Periode oder bei einer im Wesentlichen konstanten Oszillationsfrequenz zu schwanken (siehe Fig. 3B). Zur Einfachheit wird nachfolgend das Vorhandensein von Schwankungen der Radgeschwindigkeit lediglich für das linke Vorderrad **5FL** erläutert, da die arithmetischen Operationen des Schrittes S4 bei der Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs nach links oder nach rechts gleich sind. Das heißt, um zu erfassen oder zu bestimmen, ob das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, erfolgt eine Prüfung um festzustellen, ob die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads schwankt. Im Einzelnen wird eine Beschleunigung/Verzögerung des linken Vorderrads (einfach eine Beschleunigung des linken Vorderrads) $dV_{w_{FL}}$ auf der Grundlage der zuletzt aktualisierten Informationen, die die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads betreffen, die durch den Schritt S1 bestimmt wurde, aus dem folgenden Ausdruck (2) arithmetisch berechnet:

$$dV_{w_{FL}} = K_g \times (V_{w_{FL20}} - V_{w_{FL}}) / \Delta T \quad (2)$$

wobei $V_{w_{FL20}}$ den vorherigen Wert der Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads, der im vorhergehenden Zyklus (d. h. vor 20 Millisekunden) berechnet wurde, bezeichnet, K_g bezeichnet einen Einheitsumsetzungsfaktor und ΔT bezeichnet ein vorgege-

benes Intervall der Abtastdauer, wie etwa 20 Millisekunden.

[0037] Gleichzeitig erfolgt im Schritt S4 eine Prüfung um festzustellen, ob die berechnete Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads größer wird als ein Entscheidungsschwellenwert S_{limit} . Wenn die berechnete Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads größer wird als ein Entscheidungsschwellenwert S_{limit} , d. h. wenn eine Veränderung von dem Zustand, der durch $dV_{w_{FL}} \leq S_{limit}$ definiert ist, zu dem Zustand, der durch $dV_{w_{FL}} \geq S_{limit}$ definiert ist, erfolgt, wird eine weitere Prüfung ausgeführt um festzustellen, ob ein vorgegebenes Zeitintervall nach dem Zeitpunkt, an dem die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads **5FL** vor einem Zyklus geschwankt hätte, abgelaufen ist und somit die Bedingung $dV_{w_{FL20}} > S_{limit}$ erfüllt wurde. Tatsächlich wird bei dem Vorhandensein der Veränderung von $dV_{w_{FL}} \leq S_{limit}$ auf $dV_{w_{FL}} \geq S_{limit}$ als weitere Prüfung ein Zählerwert $T_{s_{FL}}$ eines Rückwärtszählers mit einem vorgegebenen Wert T_{sL} verglichen. Wenn zu diesem Zeitpunkt der Zählerwert $T_{s_{FL}}$ des Rückwärtszählers kleiner oder gleich dem vorgegebenen Wert T_{sL} ist, d. h. $T_{s_{FL}} \leq T_{sL}$, wird der Zählerwert $T_{s_{FL}}$ des Rückwärtszählers auf einen Anfangseinstellwert T_{s0} gesetzt oder initialisiert und zusätzlich wird ein Beginnmarker der Abschätzung der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche (einfach ein Beginnmarker der Abschätzung der Fahrbahnoberfläche) Frs_{FL} auf "1" gesetzt. In dem System der Ausführungsform wird aus später erläuterten Gründen der Entscheidungsschwellenwert S_{limit} arithmetisch berechnet oder als eine Variable, die auf der Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs basiert, aus der kennzeichnenden Darstellung der vorgegebenen Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs gegenüber dem Entscheidungsschwellenwert S_{limit} von Fig. 4 gewonnen, die zeigt, wie ein Entscheidungsschwellenwert S_{limit} relativ zu einer Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs variiert werden muss. Wie aus der vorprogrammierten kennzeichnenden Darstellung von Fig. 4 ersichtlich ist, die die Beziehung zwischen der Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs und dem Entscheidungsschwellenwert S_{limit} zeigt, ist der Entscheidungsschwellenwert S_{limit} in einem Bereich der geringen Fahrzeuggeschwindigkeit ($0 \leq V \leq V_1$) von 0 bis zu einem vorgegebenen Wert V_1 der Fahrzeuggeschwindigkeit auf einen vorgegebenen maximalen Schwellenwert S_{limitH} festgelegt. In einem Bereich der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit ($V_1 < V \leq V_2$) von einer vorgegebenen geringen Fahrzeuggeschwindigkeit V_1 bis zu einer vorgegebenen hohen Fahrzeuggeschwindigkeit V_2 (die größer als V_1 ist) verringert sich der Entscheidungsschwellenwert S_{limit} allmählich auf einen vorgegebenen minimalen Schwellenwert S_{limitL} , wenn die Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs ansteigt. In einem Bereich der äußerst hohen Fahrzeuggeschwindigkeit ($V_2 < V$) über der vor-

gegebenen hohen Fahrzeuggeschwindigkeit V_2 ist der Entscheidungsschwellenwert S_{limit} auf einen vorgegebenen minimalen Schwellenwert S_{limitL} festgelegt. Andererseits wird der Anfangseinstellwert T_{SO} des Rückwärtszählers arithmetisch berechnet oder als eine Variable, die auf der Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs basiert, aus der kennzeichnenden Darstellung der vorgegebenen Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs gegenüber dem Anfangseinstellwert T_{SO} von Fig. 5 gewonnen, die zeigt, wie ein Anfangseinstellwert T_{SO} des Rückwärtszählers relativ zu einer Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs variiert werden muss. Wie aus der vorprogrammierten kennzeichnenden Darstellung von Fig. 5 ersichtlich ist, die die Beziehung zwischen der Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs und dem Anfangseinstellwert T_{SO} zeigt, ist der Anfangseinstellwert T_{SO} des Rückwärtszählers in einem Bereich der geringen Fahrzeuggeschwindigkeit ($0 \leq V \leq V_3$) von 0 bis zu einem vorgegebenen Wert V_3 der Fahrzeuggeschwindigkeit auf einen vorgegebenen maximalen Anfangseinstellwert T_{SOH} festgelegt. In einem Bereich der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit ($V_3 < V \leq V_4$) von einer vorgegebenen geringen Fahrzeuggeschwindigkeit V_3 bis zu einer vorgegebenen hohen Fahrzeuggeschwindigkeit V_4 (die größer als V_3 ist) verringert sich der Anfangseinstellwert T_{SO} allmählich auf einen vorgegebenen minimalen Anfangseinstellwert T_{SOL} , wenn die Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs ansteigt. In einem Bereich der äußerst hohen Fahrzeuggeschwindigkeit ($V_4 < V$) über der vorgegebenen hohen Fahrzeuggeschwindigkeit V_4 ist der Anfangseinstellwert T_{SO} auf einen vorgegebenen minimalen Anfangseinstellwert T_{SOL} festgelegt.

[0038] Das ist der Fall, da die Periode der Schwankungen der Beschleunigung dV_{FL} des linken Vorderrads und die Amplitude der Schwankungen der Beschleunigung dV_{FL} des linken Vorderrads, mit anderen Worten die Periode der Schwankungen der Geschwindigkeit V_{FL} des linken Vorderrads und die Amplitude der Schwankungen der Geschwindigkeit V_{FL} des linken Vorderrads in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs variieren. Wenn z. B. das linke Vorderrad 5FL auf den gewellten Abschnitten (siehe Fig. 3A), die mit gleichem Abstand auf der weißen Fahrspurmarkierung wiederholt ausgebildet sind, mit einer verhältnismäßig geringen Geschwindigkeit fährt, treten bei jedem gewellten Abschnitt, der auf der weißen Fahrspurmarkierung ausgebildet ist, erkennbare Schwankungen der Geschwindigkeit V_{FL} des linken Vorderrads (oder erkennbare Schwankungen der Beschleunigung dV_{FL} des linken Vorderrads) auf. Wenn das linke Vorderrad 5FL dagegen auf den gewellten Abschnitten, die auf der weißen Fahrspurmarkierung ausgebildet sind, mit einer verhältnismäßig hohen Fahrzeuggeschwindigkeit fährt, treten bei

jedem gewellten Abschnitt, der auf der weißen Fahrspurmarkierung ausgebildet ist, keine erkennbaren Schwankungen der Geschwindigkeit V_{FL} des linken Vorderrads (oder keine erkennbaren Schwankungen der Beschleunigung dV_{FL} des linken Vorderrads) auf. Das heißt, bei hohen Geschwindigkeiten V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs wird das die Vorrichtung tragende Fahrzeug stark durch die Charakteristiken der Reifen und der Aufhängung beeinflusst und somit wird die Periode der Schwankungen der Geschwindigkeit V_{FL} des linken Vorderrads größer, wohingegen die Amplitude der Schwankungen der Geschwindigkeit V_{FL} des linken Vorderrads kleiner wird. Aus den oben erläuterten Gründen ist der Entscheidungsschwellenwert S_{limit} auf der Grundlage der vorgegebenen Charakteristik V - S_{limit} von Fig. 4 in dem Bereich der geringen Fahrzeuggeschwindigkeit ($0 \leq V \leq V_1$) auf den vorgegebenen maximalen Entscheidungsschwellenwert S_{limitH} festgelegt und in dem Bereich der äußerst hohen Fahrzeuggeschwindigkeit ($V_2 < V$) auf den vorgegebenen minimalen Entscheidungsschwellenwert S_{limitL} festgelegt und verringert sich linear auf den vorgegebenen minimalen Entscheidungsschwellenwert S_{limitL} , wenn die Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs im Bereich der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit ($V_1 < V \leq V_2$) ansteigt. In ähnlicher Weise ist der Anfangseinstellwert T_{SO} des Rückwärtszählers auf der Grundlage der vorgegebenen Charakteristik V - T_{SO} von Fig. 5 in dem Bereich der geringen Fahrzeuggeschwindigkeit ($0 \leq V \leq V_3$) auf den vorgegebenen maximalen Anfangseinstellwert T_{SOH} festgelegt und in dem Bereich der äußerst hohen Fahrzeuggeschwindigkeit ($V_4 < V$) auf den vorgegebenen minimalen Anfangseinstellwert T_{SOL} festgelegt und verringert sich linear auf den vorgegebenen minimalen Anfangseinstellwert T_{SOL} , wenn die Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs im Bereich der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit ($V_3 < V \leq V_4$) ansteigt.

[0039] Wenn der Zählerwert T_{SFL} des Rückwärtszählers dagegen größer ist als ein vorgegebener Wert T_{SL} , wird der Zählerwert T_{SFL} des Rückwärtszählers um einen vorgegebenen Wert verringert, während ein Zählerwert T_{SFL} eines Zählers zur Abschätzung der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche um den vorgegebenen Wert vergrößert wird (siehe Fig. 6B und 6D), wenn der Zählerwert T_{SFL} des Rückwärtszählers kleiner oder gleich "0" ist, wird der Fahrbahnoberflächenabschätzungsbeginn-Merker T_{RSL} auf "0" zurückgesetzt und der Zählerwert T_{SFL} des Zählers zur Abschätzung der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche wird zusätzlich auf "0" zurückgesetzt.

[0040] Wenn dagegen der Ist-Wert dV_{FL} der Beschleunigung des linken Vorderrads, der in dem gegenwärtigen Steuerzyklus berechnet wird, kleiner oder gleich dem Entscheidungsschwellenwert S_{limit}

ist, d. h. die Bedingung $dV_{w_{FL}} > S_{limt}$ ist nicht erfüllt, oder wenn der vorherige Wert $dV_{w_{FL20}}$ der Beschleunigung des linken Vorderrads, der vor einem Zyklus berechnet wurde, größer als der Entscheidungsschwellenwert S_{limt} ist, d. h. die Bedingung $dV_{w_{FL}} > S_{limt}$ ist erfüllt, wird der Zählerwert TS_{FL} des Rückwärtszählers um den vorgegebenen Wert verringert, während der Zählerwert $Tr_{s_{FL}}$ des Zählers zur Abschätzung der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche um den vorgegebenen Wert vergrößert wird. Wenn der Zählerwert TS_{FL} des Rückwärtszählers kleiner oder gleich "0" ist, wird der Fahrbahnoberflächenabschätzungsbeginn-Merker $Tr_{s_{FL}}$ auf "0" zurückgesetzt und der Zählerwert $Tr_{s_{FL}}$ des Zählers zur Abschätzung der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche wird zusätzlich auf "0" zurückgesetzt.

[0041] Bei der oben dargestellten Anordnung kann aus der Zeitperiode C jedes Ablaufplans der Fig. 6A bis 6E erkannt werden, dass der Zählerwert TS_{FL} des Rückwärtszählers immer noch kleiner oder gleich dem vorgegebenen Wert TS_L ist, wenn die Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads größer wird als der Entscheidungsschwellenwert S_{limt} (siehe Zeitperiode C des Ablaufplans von Fig. 6A) und somit wird der Zählerwert TS_{FL} des Rückwärtszählers auf den Anfangseinstellwert T_{so} initialisiert und dann allmählich verringert (siehe Zeitperiode C des Ablaufplans von Fig. 6B). Andererseits wird der Zählerwert $Tr_{s_{FL}}$ des Zählers zur Abschätzung der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche allmählich vergrößert (siehe Zeitperiode C des Ablaufplans von Fig. 6D). Wenn daraufhin die Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads während eines Zeitintervalls von dem Zeitpunkt, wenn der Zählerwert TS_{FL} des Rückwärtszählers kleiner oder gleich einem vorgegebenen Wert TS_L wird, bis zu dem Zeitpunkt, wenn der Zählerwert TS_{FL} des Rückwärtszählers kleiner oder gleich "0" wird, wieder größer als der Entscheidungsschwellenwert S_{limt} wird, d. h. wenn die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads in einer im Wesentlichen konstanten Zeitperiode ($T_{so} - TS_L$) ansteigt, wird der Zählerwert TS_{FL} des Rückwärtszählers wieder auf den Anfangseinstellwert T_{so} gesetzt. Wie aus der Zeitperiode C des Ablaufplans von Fig. 6d erkannt werden kann, steigt folglich der Zählerwert $Tr_{s_{FL}}$ des Zeitgebers zur Abschätzung der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche weiter an (siehe Beziehung zwischen dem Fahrbahnoberflächenabschätzungsbeginn-Merker $Fr_{s_{FL}}$ und dem Zählerwert $Tr_{s_{FL}}$ des Zählers zur Abschätzung der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche in den Fig. 6C und 6D). Wie aus den Zeitperioden A und B jedes Ablaufplans der Fig. 6A bis 6E erkannt werden kann, wenn dagegen das die Vorrichtung tragende Fahrzeug plötzlich über ein Hindernis (z. B. ein Stein), das auf die Fahrbahnoberfläche gefallen ist, oder über einen vorstehenden Abschnitt auf der Straße fährt und sich deswegen die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads vorüber-

gehend stark ändert und schwankt (siehe die Zeitperioden A und B des Ablaufplans von Fig. 6B), wird der Zählerwert TS_{FL} des Rückwärtszählers vorübergehend auf den Anfangseinstellwert T_{so} gesetzt, wird dann allmählich in Richtung "0" verringert und wird schließlich "0" (siehe die Zeitperioden A und B des Ablaufplans von Fig. 6B). Folglich wird der Zählerwert $Tr_{s_{FL}}$ des Zählers zur Abschätzung der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, der allmählich größer wird, sofort "0", wenn der Zählerwert TS_{FL} des Rückwärtszählers "0" wird (siehe die Zeitperioden A und B jedes Ablaufplans der Fig. 6B und 6D).

[0042] Anschließend erfolgt eine weitere Prüfung um festzustellen, ob der Zählerwert $Tr_{s_{FL}}$ des Zählers zur Abschätzung der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche größer ist als ein vorgegebener Entscheidungsschwellenwert Tr_{slmt} . Wenn der Zählerwert $Tr_{s_{FL}}$ des Zeitgebers zur Abschätzung der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche größer ist als ein vorgegebener Entscheidungsschwellenwert Tr_{slmt} ($Tr_{s_{FL}} > Tr_{slmt}$), wird ein Entscheidungsmerker Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche auf "1" gesetzt (siehe die Zeitperiode C der Ablaufpläne der Fig. 6D und 6E). Das Setzen des Entscheidungsmerkers Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche auf "1" bedeutet, dass das linke Vorderrad 5FL nun auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten (die den gewellten Abschnitten entsprechen, die in Fig. 3A veranschaulicht sind) fährt, die auf der weißen Fahrspurmarkierung in gleichem Abstand ausgebildet sind. Wenn dagegen der Zählerwert $Tr_{s_{FL}}$ des Zählers zur Abschätzung der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche kleiner oder gleich dem vorgegebenen Entscheidungsschwellenwert Tr_{slmt} ist ($Tr_{s_{FL}} \leq Tr_{slmt}$), bleibt der Entscheidungsmerker Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche auf "0" zurückgesetzt (siehe die Zeitperioden A und B der Ablaufpläne der Fig. 6D und 6E).

[0043] Wie oben erläutert wurde, wird gemäß dem LDP-Steuersystem der Ausführungsform dann, wenn die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ (oder $V_{w_{FR}}$) eines der Vorderräder 5FL und 5FR schwankt oder sich bei einer im Wesentlichen konstanten Zeitperiode ($T_{so} - TS_L$) ändert, der Entscheidungsmerker Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche gesetzt ($Fot_{FL} = 1$). Deswegen bestimmt das System dann, wenn lediglich entweder das linke Vorderrad 5FL oder das rechte Vorderrad 5FR auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, die in gleichem Abstand wiederholt auf der weißen Fahrspurmarkierung ausgebildet sind, fährt, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, die auf der weißen Fahrspurmarkierung ausgebildet sind, fährt. Es wird angenommen, dass der Entscheidungsmerker Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche gesetzt ist ($Fot_{FL} = 1$), wenn die Geschwindig-

keit Vw_{FL} (oder Vw_{FR}) des Vorderrads des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs lediglich schwankt, sich jedoch nicht bei einer im Wesentlichen konstanten Periode ($T_{so} - T_{sL}$) ändert. Erfolgt die Schwankung derart, dass der Entscheidungsmerker Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche gesetzt wird, selbst wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug lediglich über einen vorstehenden Abschnitt auf der Straße fährt, kann der Entscheidungsmerker Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche unerwünscht auf "1" gesetzt werden. Es besteht folglich eine Möglichkeit, dass das System fehlerhaft festlegt, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, die auf der weißen Fahrspurmarkierung ausgebildet sind, fährt, insbesondere dann, wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf schlechten Fahrbahnen, z. B. in holprigem Gelände fährt.

[0044] Im Schritt S5 erfolgt eine erste Prüfung um festzustellen, ob das die Vorrichtung tragende Fahrzeug entweder auf dem äußerst linken oder auf dem äußerst rechten Rand der gegenwärtigen Fahrspur fährt. Es erfolgt konkret eine Prüfung um festzustellen, ob entweder der Entscheidungsmerker Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, der dem linken Vorderrad 5FL zugeordnet ist, oder der Entscheidungsmerker Fot_{FR} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, der dem rechten Vorderrad 5FR zugeordnet ist, auf "1" gesetzt ist. Wenn einer der Entscheidungsmerker Fot_{FL} und Fot_{FR} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das linke Vorderrad 5FL bzw. für das rechte Vorderrad 5FR auf "1" gesetzt ist, erfolgt eine zweite Prüfung um festzustellen, ob der Entscheidungsmerker Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das linke Vorderrad 5FL auf "1" gesetzt ist. Wenn die Antwort der zweiten Prüfung positiv ist, d. h. einer der Merker Fot_{FL} und Fot_{FR} ist auf "1" gesetzt und der Entscheidungsmerker Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das linke Vorderrad 5FL ist gesetzt (= 1), wird ein Fahrbahnrand-Entscheidungsmerker (oder ein Fahrspurrand-Entscheidungsmerker) Fdw auf "1" gesetzt. Das Setzen des Fahrbahnrand-Entscheidungsmerkers Fdw auf "1" (genauer auf "+1") bedeutet, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug nun auf dem linken Rand seiner Fahrspur fährt. Wenn die Antwort der zweiten Prüfung im umgekehrten Fall negativ ist, d. h. einer der Merker Fot_{FL} und Fot_{FR} ist auf "1" gesetzt und der Entscheidungsmerker Fot_{FR} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das rechte Vorderrad 5FR ist gesetzt (= 1), wird ein Fahrbahnrand-Entscheidungsmerker Fdw auf "-1" gesetzt. Das Setzen des Fahrbahnrand-Entscheidungsmerkers Fdw auf "-1" bedeutet, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug nun auf dem rechten Rand seiner Fahrspur fährt.

[0045] Wenn im Unterschied zum oben Stehenden

beide Entscheidungsmerker Fot_{FL} und Fot_{FR} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das linke Vorderrad 5FL bzw. für das rechte Vorderrad 5FR auf "1" gesetzt sind oder wenn beide Merker Fot_{FL} und Fot_{FR} auf "0" zurückgesetzt sind, wird der Fahrbahnrand-Entscheidungsmerker Fdw auf "0" zurückgesetzt.

[0046] Wie oben erläutert wurde, wird gemäß dem System der Ausführungsform dann, wenn einer der Entscheidungsmerker der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche Fot_{FL} für das linke Vorderrad und Fot_{FR} für das rechte Vorderrad auf "1" gesetzt ist, der Fahrbahnrand-Entscheidungsmerker Fdw gesetzt ("1" oder "-1"). Somit bestimmt das System lediglich dann, wenn lediglich eines von den linken und rechten Vorderrädern 5FL und 5FR des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs auf den Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt und diese überfährt, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, die auf der weißen Fahrspurmarkierung in gleichem Abstand wiederholt ausgebildet sind, fährt.

[0047] Im Schritt S6 erfolgt eine Prüfung, um auf der Grundlage des Richtungsanzeigeschaltersignals WS des Richtungsanzeigeschalters 20 und des Lenkwinkels δ , der durch den Lenkwinkelsensor 19 erfasst wird, festzustellen, ob eine Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel vorliegt oder nicht. Im Einzelnen erfolgt im Schritt S6 eine Prüfung um festzustellen, ob der Richtungsanzeigeschalter 20 eingeschaltet ist. Wenn der Richtungsanzeigeschalter 20 eingeschaltet ist, erfolgt eine weitere Prüfung um festzustellen, ob das Vorzeichen des Richtungsanzeigeschaltersignals WS mit dem Vorzeichen des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung, der im Schritt S3 berechnet wurde, identisch ist. Wenn das Vorzeichen des Richtungsanzeigeschaltersignals WS und das Vorzeichen des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung identisch sind, bestimmt der Prozessor der ECU 8, dass sich das die Vorrichtung tragende Fahrzeug im Zustand des Fahrspurwechsels befindet und deswegen wird ein Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} auf "1" gesetzt. Wenn dagegen das Vorzeichen des Richtungsanzeigeschaltersignals WS und das Vorzeichen des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung nicht identisch sind, bestimmt der Prozessor der ECU 8, dass sich das die Vorrichtung tragende Fahrzeug nicht im Zustand des Fahrspurwechsels befindet, sondern dass eine erhöhte Tendenz zur Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs besteht und deswegen wird der Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} auf "0" zurückgesetzt. Tatsächlich wird der Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} während eines vorgegebenen Zeitintervalls, wie etwa vier Sekunden, ab dem Zeitpunkt, wenn der Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} durch das Einschalten des Richtungsanzeigeschalters 20 auf "1" gesetzt wurde, auf "1" gehalten. Das ist der Fall, da die Mög-

lichkeit besteht, dass der Richtungsanzeigeschalter 20 während des Fahrspurwechsels manuell ausgeschaltet wird und die LDP-Steuerung somit unerwünscht eingreift. Es erfolgt genauer eine Prüfung um festzustellen, ob der Richtungsanzeigeschalter 20 vom eingeschalteten Zustand zum ausgeschalteten Zustand geschaltet wurde. Wenn ein Schalten vom eingeschalteten Zustand zum ausgeschalteten Zustand erfolgte, bestimmt die ECU 8, dass der gegenwärtige Zeitpunkt der Zeitpunkt unmittelbar nach der Fahrspurwechseloperation ist, und es erfolgt eine weitere Prüfung um festzustellen, ob das vorgegebene Zeitintervall von z. B. vier Sekunden, das von dem Zeitpunkt gemessen oder gezählt wird, an dem das Schalten vom eingeschalteten Zustand des Richtungsanzeigeschalters 20 zum ausgeschalteten Zustand erfolgte, abgelaufen ist. Wenn das vorgegebene Zeitintervall (z. B. vier Sekunden) abgelaufen ist, wird der Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} auf "0" zurückgesetzt.

[0048] Wird die Lenkbetätigung des Fahrers in einem Zustand, in dem der Richtungsanzeigeschalter 20 ausgeschaltet bleibt, berücksichtigt, wird eine weitere Prüfung nach dem Vorhandensein oder dem Fehlen der Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel auf der Grundlage des Lenkwinkels δ und einer Änderung $\Delta\delta$ des Lenkwinkels δ ausgeführt. Wenn im Einzelnen beim ausgeschalteten Richtungsanzeigeschalter 20 eine Prüfung erfolgt um festzustellen, ob der Lenkwinkel δ größer oder gleich einem vorgegebenen Lenkwinkel δ_0 und außerdem eine Änderung $\Delta\delta$ des Lenkwinkels δ größer oder gleich einer vorgegebenen Änderung $\Delta\delta_0$ ist. Wenn $\delta \geq \delta_0$ und $\Delta\delta \geq \Delta\delta_0$, bestimmt die ECU 8, dass die Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel vorliegt und somit wird der Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} auf "1" gesetzt. Wenn dagegen $\delta < \delta_0$ und $\Delta\delta < \Delta\delta_0$, bestimmt die ECU 8, dass die Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel fehlt und somit wird der Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} auf "0" zurückgesetzt. Daraufhin geht die Routine vom Schritt S6 zum Schritt S7 (der später beschrieben wird). Wie oben erläutert wurde, wird das Vorliegen oder das Fehlen der Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel sowohl auf der Grundlage des Lenkwinkels δ als auch seiner Änderung $\Delta\delta$ bestimmt. Statt dessen kann das Vorliegen oder das Fehlen der Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel auf der Grundlage des Betrags des Lenkmoments, das auf das Lenkrad wirkt, bestimmt werden.

[0049] Im Schritt S7 erfolgt eine Prüfung, um auf der Grundlage des Absolutwerts $|XS|$ des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung (genauer ein Vergleichsergebnis des Absolutwerts $|XS|$ des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung mit einem vorgegebenen Warnkriterium X_w) und der Setzens oder Zurücksetzens des Fahrspurwechselanzeigemerkers F_{LC} festzustellen, ob eine optische und/oder

akustische Warnung über die erhöhte Tendenz zur Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs dem Fahrer signalisiert werden sollte oder nicht. Es wird im Einzelnen eine Prüfung ausgeführt um festzustellen, ob der Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} auf "0" zurückgesetzt ist und ob zusätzlich der Absolutwert $|XS|$ des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung größer oder gleich einem vorgegebenen Warnkriterium X_w (genauer einem vorgegebenen Schwellenwert des Warnkriteriums) ist. Das vorgegebene Warnkriterium X_w erhält man durch Subtrahieren einer vorgegebenen Spanne X_m (eine vorgegebene Konstante) von einem vorgegebenen Kriterium X_c der seitlichen Verlagerung (siehe den folgenden Ausdruck(3))

$$X_w = X_c - X_m \quad (3)$$

wobei das vorgegebene Kriterium X_c der seitlichen Verlagerung einen vorgegebenen Kriteriumsschwellenwert der seitlichen Verlagerung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von der Mittelachse der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs bedeutet und die vorgegebene Spanne X_m einer Zeitspanne von einem Zeitpunkt, an dem das Warnsystem 23 in einen betriebsfähigen Zustand geschaltet wurde, zu einem Zeitpunkt, an dem die LDP-Funktion eingeschaltet oder freigegeben wurde, entspricht. Das vorgegebene Kriterium X_c der seitlichen Verlagerung ist z. B. auf 0,8 m gesetzt, da die Breite einer Verkehrsspur einer Schnellautobahn in Japan 3,35 m beträgt. Bei $F_{LC} = 0$ und $|XS| \geq X_w$ bestimmt die ECU 8, dass sich das die Vorrichtung tragende Fahrzeug in einem Zustand der Fahrspurabweichung befindet, da für das die Vorrichtung tragende Fahrzeug eine erhöhte Tendenz besteht, von der gegenwärtigen Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs abzuweichen, und deswegen erzeugt die ECU 8 ein Warnsignal AL an das Warnsystem 23. Wenn dagegen gilt $F_{LC} = 1$ und $|XS| < X_w$, bestimmt die ECU 8, dass sich das die Vorrichtung tragende Fahrzeug nicht in einem Zustand der Fahrspurabweichung befindet, und deswegen erfolgt eine weitere Prüfung, ob das Warnsystem 23 in Betrieb ist oder nicht. Während des Betriebs des Warnsystems 23 erfolgt eine weitere Prüfung um festzustellen, ob der Absolutwert $|XS|$ des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung kleiner ist als eine Differenz $(X_w - X_h)$ zwischen dem vorgegebenen Warnkriterium X_w und einem vorgegebenen Hysteresewert X_h . Der vorgegebene Hysteresewert X_h wird bereitgestellt, um ein unerwünschtes Freischalten des Warnsystems 23 zu vermeiden. Wenn $|XS| < (X_w - X_h)$, wird das Warnsystem 23 deaktiviert, indem die Ausgabe des Warnsignals AL an das Warnsystem 23 angehalten wird. Das heißt, bis der Schätzwert XS der seitlichen Verlagerung in den Zustand übergeht, der durch $|XS| < (X_w - X_h)$ definiert ist, nachdem das Warnsystem 23 aktiviert wurde, wird die Warnoperation des Warnsystems 23 ständig ausgeführt. In dem System der ge-

zeigten Ausführungsform ist die optische und/oder akustische Warnung (die Ausgabe des Warnsignals AL an das Warnsystem 23) lediglich von dem Betrag der seitlichen Verlagerung oder der Fahrspurabweichung (genauer von dem Absolutwert $|XS|$ des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung) abhängig. In dem LDP-Steuersystem der Ausführungsform, die in den Fig. 1 und 2 gezeigt ist, ist das vorgegebene Kriterium X_c der seitlichen Verlagerung auf einen vorgegebenen konstanten Wert festgelegt. Tatsächlich ist jedoch eine Fahrspurbreite aller Fahrspuren keine feststehende Konstante. Deswegen kann das vorgegebene Kriterium X_c der seitlichen Verlagerung eine Variable sein, die in Abhängigkeit von der Fahrspurbreite L jeder der Fahrspuren bestimmt wird. Die eigentliche Fahrspurbreite L kann z. B. durch die Bildverarbeitung der Bilddaten von der CCD-Kamera 13 oder durch Extrahieren von Eingangsinformationen in Bezug auf die Fahrspurbreite der gegenwärtigen Fahrspur als Abbildungsdaten unter Verwendung eines Navigationssystems erhalten werden. Dabei kann das vorgegebene Kriterium X_c der seitlichen Verlagerung, das eine Variable ist, aus dem folgenden Ausdruck (4) berechnet werden:

$$X_c = \min[(L/2 - L_c/2), 0,8] \quad (4)$$

wobei L_c die Breite eines die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs bezeichnet und L eine Fahrspurbreite bezeichnet. Wie aus dem obigen Ausdruck (4) erkannt werden kann, wird das vorgegebene Kriterium X_c der seitlichen Verlagerung als der kleinere Wert der Werte $(L/2 - L_c/2)$ und $0,8$ (Einheit: Meter) durch einen so genannten Minimalwert-Auswahlvorgang erhalten.

[0050] Statt dessen können bei einer automatisierten Autobahn, die mit einer Infrastruktur ausgerüstet ist, Abstandsdaten $(L/2 - XS)$, die mittels einer gegenseitigen Kommunikation zwischen dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug und dem fahrbahneigenen Netz (oder dem fahrbahneigenen Sensor oder der fahrbahneigenen Fahrspurmarkierung), das in der Infrastruktur vorhanden ist, erhalten werden, als Eingangsinformationen in Bezug auf einen Schätzwert des vorgegebenen Kriteriums X_c der seitlichen Verlagerung verwendet werden. Nach dem Schritt S7 folgt Schritt S8.

[0051] Im Schritt S8 trifft der Prozessor der ECU 8 eine Entscheidung auf der Grundlage der Bilddaten in Bezug auf die weiße Fahrspurmarkierung vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug, mit anderen Worten auf der Grundlage eines Vergleichsergebnisses zwischen dem Schätzwert XS der seitlichen Verlagerung und dem vorgegebenen Kriterium X_c der seitlichen Verlagerung, um festzustellen, ob eine Möglichkeit oder eine verstärkte Tendenz zur Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von der gegenwärtigen Fahrspur vorhanden ist. Im Einzelnen erfolgt im Schritt S8 eine Prüfung,

ob der Schätzwert XS der seitlichen Verlagerung größer oder gleich dem vorgegebenen Kriterium X_c der seitlichen Verlagerung ist (ein positives Fahrspurabweichungskriterium). Wenn $XS \geq X_c$, bestimmt der Prozessor der ECU 8, dass eine verstärkte Tendenz des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs zum Abweichen von der gegenwärtigen Fahrspur nach links vorhanden ist und deswegen wird ein Fahrspurabweichungsentscheidungsmerkmal F_{LD} auf "1" gesetzt. Wenn $XS < X_c$, erfolgt eine weitere Prüfung um festzustellen, ob der Schätzwert XS der seitlichen Verlagerung kleiner oder gleich einem negativen Wert $-X_c$ des vorgegebenen Kriteriums X_c der seitlichen Verlagerung ist. Wenn $XS \leq -X_c$, bestimmt der Prozessor der ECU 8, dass eine verstärkte Tendenz des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs zum Abweichen von der gegenwärtigen Fahrspur nach rechts vorhanden ist und deswegen wird ein Fahrspurabweichungsentscheidungsmerkmal F_{LD} auf "-1" gesetzt. Alternativ bestimmt der Prozessor der ECU 8 dann, wenn beide durch $XS \geq X_c$ und $XS \leq -X_c$ definierten Bedingungen nicht erfüllt sind, d. h. wenn $-X_c < XS < X_c$, dass eine geringe Möglichkeit der Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs nach rechts oder links vorhanden ist und deswegen wird der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerkmal F_{LD} auf "0" zurückgesetzt.

[0052] Anschließend erfolgt eine Prüfung um festzustellen, ob der Fahrspurwechselanzeigemerkmale F_{LC} auf "1" gesetzt ist. Wenn $F_{LC} = 1$, wird der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerkmal F_{LD} zwangsläufig auf "0" zurückgesetzt, selbst bei der Bedingung, die durch die Ungleichung $|XS| \geq X_c$ definiert ist. Wenn $F_{LC} = 0$, erfolgt eine Prüfung um festzustellen, ob der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerkmal F_{LD} auf "0" zurückgesetzt ist. Wenn der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerkmal F_{LD} zurückgesetzt ist ($F_{LD} = 0$), wird ein Beendigungsmerkmal der LDP-Steuerung oder ein LDP-Steuerung-Sperrmerkmal F_{cancel} auf "0" zurückgesetzt. Wenn $F_{LD} = +1$ oder -1 , erfolgt eine Prüfung um festzustellen, ob die LDP-Steuerung ausgelöst werden sollte. Tatsächlich werden historische Daten des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung, die im Schritt S3 berechnet wurden, in vorgegebenen Speicheradressen des RAM der ECU 8 gespeichert. Dann wird die Kontinuität oder Diskontinuität des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung auf der Grundlage der historischen Daten des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung bestimmt. Im Einzelnen erfolgt eine Prüfung um festzustellen, ob der Absolutwert $|XS_{(n-1)} - XS_{(n)}|$ der Differenz zwischen dem vorherigen Wert $XS_{(n-1)}$ des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung und dem Ist-Wert $XS_{(n)}$ des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung größer oder gleich einem vorgegebenen Schwellenwert L_{XS} ist, der bereitgestellt wird, um die Kontinuität oder Diskontinuität des Schätzwerts XS der seitlichen Verlagerung zu bestimmen. Im Einzelnen bestimmt die ECU 8 dann, wenn $F_{LD} \neq 0$ (d. h. $F_{LD} \neq +1$ oder -1) und

$|XS_{(n-1)} - XS_{(n)}| \geq L_{XS}$, dass der Schätzwert XS der seitlichen Verlagerung diskontinuierlich ist und deswegen wird der LDP-Steuerung-Sperrmerker F_{cancel} auf "1" gesetzt. Wenn dagegen $|XS_{(n-1)} - XS_{(n)}| < L_{XS}$, bestimmt die ECU 8, dass der Schätzwert XS der seitlichen Verlagerung kontinuierlich ist. Der LDP-Steuerung-Sperrmerker F_{cancel} wird auf "0" zurückgesetzt, wenn der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} auf "0" geschaltet wird. Mit anderen Worten, der Steuerung-Sperrmerker F_{cancel} wird auf "0" gehalten, bis der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} vom Zustand $F_{LD} \neq 0$ in den Zustand $F_{LD} = 0$ überführt wird.

[0053] Wie oben erläutert wurde, wird bei $F_{LC} = 1$ der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} zwangsläufig auf "0" zurückgesetzt, selbst bei der Bedingung, die durch die Ungleichung $|XS| \geq X_c$ definiert ist. In einer ähnlichen Weise muss dann, wenn die Reifenhaftung auf der Straße einen Grenzwert erreicht, mit anderen Worten während der Blockiersteuerung, während der Traktionssteuerung oder während der Steuerung der Fahrzeugdynamik die LDP-Steuerung im Allgemeinen gesperrt werden. Deswegen wird außerdem während der Blockiersteuerung, während der Traktionssteuerung oder während der Steuerung der Fahrzeugdynamik der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} zwangsläufig auf "0" zurückgesetzt, selbst bei der Bedingung, die durch die Ungleichung $|XS| \geq X_c$ definiert ist.

[0054] Wie oben dargestellt wurde, wird gemäß dem System der Ausführungsform bei der Bedingung, die durch die Ungleichung $|XS| \geq X_c$ definiert ist, der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} grundsätzlich in den eingestellten Zustand geschaltet, d. h. $F_{LD} = +1$ (eine Angabe der Tendenz der Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs nach links) oder $F_{LD} = -1$ (eine Angabe der Tendenz der Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs nach rechts). Es ist somit möglich, in geeigneter Weise genau zu erfassen oder zu bestimmen, ob für das die Vorrichtung tragende Fahrzeug eine verstärkte Tendenz vorhanden ist, von der gegenwärtigen Fahrspur abzuweichen.

[0055] Im Schritt S9 erfolgt eine Prüfung um festzustellen, ob der Kamera-Controller 14 die weiße Fahrspurmarkierung (die weiße Fahrspurlinie) vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug aufnimmt und erkennt. Im Einzelnen erfolgt eine Prüfung, ob der Erkennungsmerker $F_{camready}$, der im Schritt S1 bestimmt wird, auf "1" gesetzt ist. Wenn der Erkennungsmerker $F_{camready}$ gesetzt ist (=1), geht die Routine vom Schritt S9 zum Schritt S10. Wenn der Erkennungsmerker $F_{camready}$ zurückgesetzt ist (=0), geht die Routine vom Schritt S9 zum Schritt S13.

[0056] Im Schritt S10 erfolgt eine Prüfung um fest-

zustellen, ob das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf dem äußerst linken Rand der Fahrspur oder auf dem äußerst rechten Rand der Fahrspur fährt. Im Einzelnen erfolgt eine Prüfung um festzustellen, ob der Fahrbahnrandentscheidungsmerker F_{dw} , der im Schritt S5 bestimmt wird, auf "+1" oder "-1" gesetzt ist. Wenn die Antwort positiv ist (ja), d. h. wenn $F_{dw} = +1$ oder $F_{dw} = -1$, geht die Routine vom Schritt S10 zum Schritt S12. Wenn die Antwort dagegen negativ ist (nein), d. h. wenn $F_{dw} = 0$, geht die Routine vom Schritt S10 zum Schritt S11.

[0057] Im Schritt S11 wird eine Steuerverstärkung K_{hr} , die verwendet wird, um ein Soll-Giermoment M_s (das später unter Bezugnahme auf einen Ausdruck (5) beschrieben wird und einer gesteuerten Variable der LDP-Steuerung entspricht) arithmetisch zu beschreiben, auf "1" gesetzt. Gleichzeitig wird ein Versatz M_{offset} der gesteuerten Variable, der verwendet wird, um das Soll-Giermoment M_s arithmetisch zu berechnen, auf "0" gesetzt. Daraufhin geht die Routine vom Schritt S11 zum Schritt S16.

[0058] Im Schritt S12 wird die Steuerverstärkung K_{hr} auf eine vorgegebene Verstärkung (eine verhältnismäßig große Verstärkung) $K_{hrl} (> 1)$ gesetzt und zusätzlich wird der Versatz M_{offset} der gesteuerten Variable auf "0" gesetzt. Daraufhin geht die Routine vom Schritt S12 zum Schritt S16.

[0059] Im Schritt S13 erfolgt in der gleichen Weise wie im Schritt S10 eine Prüfung um festzustellen, ob das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf dem äußersten linken Rand der Fahrspur oder auf dem äußersten rechten Rand der Fahrspur fährt. Im Einzelnen erfolgt eine Prüfung um festzustellen, ob der Fahrbahnrandentscheidungsmerker F_{dw} , der im Schritt S5 bestimmt wird, auf "+1" oder "-1" gesetzt ist: wenn die Antwort positiv ist (ja), d. h. wenn $F_{dw} = +1$ oder $F_{dw} = -1$, geht die Routine vom Schritt S13 zum Schritt S15. Wenn die Antwort dagegen negativ ist (nein), d. h. wenn $F_{dw} = 0$, geht die Routine vom Schritt S13 zum Schritt S14.

[0060] Im Schritt S14 wird die Steuerverstärkung K_{hr} auf "0" gesetzt und gleichzeitig wird der Versatz M_{offset} der gesteuerten Variable ebenfalls auf "0" gesetzt. Daraufhin geht die Routine vom Schritt S14 zum Schritt S16.

[0061] Im Schritt S15 wird die Steuerverstärkung K_{hr} auf "0" gesetzt und gleichzeitig wird der Versatz M_{offset} der gesteuerten Variable auf einen vorgegebenen konstanten Wert M_0 gesetzt, um eine Fahrspuralteststeuerung (LK-Steuerung) auszuführen. Daraufhin geht die Routine vom Schritt S15 zum Schritt S16. Der vorgegebene konstante Wert M_0 wird so festgelegt, dass eine sanfte Änderung des dynamischen Verhaltens (Gierbewegung) des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs und keine rasche Änderung des

dynamischen Verhaltens des Fahrzeugs erzeugt wird. Das dynamische Verhalten des Fahrzeugs wird auf der Grundlage des Soll-Giermoments M_s (welches durch den Schritt S16, der später beschrieben wird, berechnet wird) bestimmt.

[0062] Wie oben gemäß dem System der Ausführungsform erläutert wurde, wenn die beiden Bedingungen, die durch $F_{cam\ ready} = 0$ und durch $F_{dw} = +1$ oder $F_{dw} = -1$ definiert sind, erfüllt sind, mit anderen Worten, wenn die Bilddaten, die dem Ort vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug entsprechen und durch die CCD-Kamera aufgenommen werden, keine verstärkte Tendenz zur Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs angeben, das System zur Erfassung der vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche jedoch erfasst, dass eines der Vorderräder 5FL und 5FR des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, die auf der weißen Fahrspurmarkierung ausgebildet sind, kann der Versatz M_{offset} der gesteuerten Variable auf einen vorgegebenen konstanten Wert M_o gesetzt werden. Das beseitigt jedes unnatürliche Gefühl von unangenehmen Schwankungen des dynamischen Fahrzeugverhaltens, die der Fahrer spürt, wie etwa eine Gierrate oder ein seitlicher Gleitwinkel.

[0063] Im Schritt S16 wird das Soll-Giermoment M_s arithmetisch berechnet. Im Einzelnen erfolgt eine Prüfung um festzustellen, ob die Bedingung erfüllt ist, die durch $F_{LD} \neq 0$ (d. h. $F_{LD} = +1$ oder -1) oder $F_{dw} \neq 0$ (d. h. $F_{dw} = +1$ oder -1) definiert ist. Wenn die Bedingung erfüllt ist, die durch $F_{LD} \neq 0$ (d. h. $F_{LD} = +1$ oder -1) oder $F_{dw} \neq 0$ (d. h. $F_{dw} = +1$ oder -1) definiert ist, d. h. es gibt eine verstärkte Tendenz für das die Vorrichtung tragende Fahrzeug, von der Fahrspur abzuweichen, oder wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf dem äußerst linken Rand der Fahrspur oder auf dem äußerst rechten Rand der Fahrspur fährt, wird das Soll-Giermoment M_s aus dem folgenden Ausdruck (5) arithmetisch berechnet. Wenn dagegen die Bedingung, die durch $F_{LD} \neq 0$ (d. h. $F_{LD} = +1$ oder -1) oder $F_{dw} \neq 0$ (d. h. $F_{dw} = +1$ oder -1) definiert ist, nicht erfüllt ist, mit anderen Worten, wenn die Bedingung erfüllt ist, die durch $F_{LD} = 0$ und $F_{dw} = 0$ definiert ist, wird das Soll-Giermoment M_s auf "0" gesetzt.

$$M_s = -K_{hr} \times K_1 \times K_2 \times (X_S - X_C) - F_{dw} \times M_{offset} \quad (5)$$

wobei K_1 eine Proportionalverstärkung bezeichnet, die durch Spezifikationen des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs bestimmt ist, K_2 bezeichnet eine Proportionalverstärkung, die durch die Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs bestimmt ist und auf der Grundlage der Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs aus der kennzeichnenden Abbildung der vorgegebenen Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahr-

zeugs gegenüber der Proportionalverstärkung K_2 von Fig. 7 gewonnen wird, die zeigt, wie eine Proportionalverstärkung K_2 relativ zu einer Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs variiert werden muss, und K_{hr} bezeichnet die Steuerverstärkung, die durch die Schritte S10 bis S15 bestimmt wird. Wie aus der vorprogrammierten kennzeichnenden Darstellung von Fig. 7 erkannt werden kann, die die Beziehung zwischen der Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs und der Proportionalverstärkung K_2 zeigt, wird bei der gezeigten Ausführungsform in einem Bereich geringer Fahrzeuggeschwindigkeit ($0 \leq V \leq V_5$) von 0 bis zu einem vorgegebenen Wert V_5 der Fahrzeuggeschwindigkeit die Proportionalverstärkung K_2 auf eine vorgegebene maximale Verstärkung K_{2H} festgelegt. In einem Bereich der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit ($V_5 < V \leq V_6$) von der vorgegebenen geringen Fahrzeuggeschwindigkeit V_5 bis zu einer vorgegebenen hohen Fahrzeuggeschwindigkeit V_6 (größer als V_5) verringert sich die Proportionalverstärkung K_2 allmählich auf eine vorgegebene minimale Verstärkung K_{2L} , wenn die Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs ansteigt. In einem Bereich äußerst hoher Fahrzeuggeschwindigkeit ($V_6 < V$) über der vorgegebenen hohen Fahrzeuggeschwindigkeit V_6 ist die Proportionalverstärkung K_2 auf eine vorgegebene minimale Verstärkung K_{2L} festgelegt.

[0064] Wie oben gemäß dem System der Ausführungsform erläutert wurde, berechnet das System dann, wenn der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} im eingestellten Zustand gehalten wird, d. h. wenn $F_{LD} \neq 0$ (d. h. $F_{LD} = +1$ oder -1), das Soll-Giermoment M_s , durch das die Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs vermieden wird. Sobald die verstärkte Tendenz zur Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs erfasst wird, kann ein geeignetes Giermoment zu einem früheren Zeitpunkt in einer Richtung erzeugt werden, so dass die Tendenz des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs zur Fahrspurabweichung vermieden werden kann. Das verhindert sicher, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug von der Fahrspur abweicht. Wie aus dem oben erwähnten Ausdruck (5) erkannt werden kann, kann zu diesem Zeitpunkt ein Soll-Giermoment M_s auf der Grundlage der Differenz ($X_S - X_C$) zwischen dem Schätzwert der seitlichen Verlagerung (der Schätzwert der zukünftigen seitlichen Verlagerung) X_S und dem vorgegebenen Kriterium X_C der seitlichen Verlagerung arithmetisch berechnet werden. Es ist somit möglich, ein geeignetes Giermoment zu erzeugen, das auf der Grundlage der Differenz ($X_S - X_C$) bestimmt wird, wodurch mit größerer Sicherheit verhindert wird, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug von seiner Fahrspur abweicht. Auf den Schritt S16 folgt der Schritt S17.

[0065] Im Schritt S17 werden die Soll-Radbremszylinderdrücke für vorne links, vorne rechts, hinten links

und hinten rechts $P_{s_{FL}}$, $P_{s_{FR}}$, $P_{s_{RL}}$ und $P_{s_{RR}}$, die gemeinsam als "Psi" bezeichnet werden, auf der Grundlage des Hauptzylinderdrucks P_m , der im Schritt S1 gemessen wird, und des Soll-Giermoments M_s , das im Schritt S16 bestimmt wird, berechnet.

[0066] Im Einzelnen werden dann, wenn $F_{LD} = 0$ (wobei der gesetzte und zurückgesetzte Zustand des Fahrspurabweichungsentscheidungsmerkers F_{LD} im Schritt S3 bestimmt wird) und $F_{dw} = 0$ (wobei der gesetzte und zurückgesetzte Zustand des Fahrbahnrandscheidungsmerkers F_{LD} im Schritt S5 bestimmt wird), d. h. wenn eine geringere Tendenz für das die Vorrichtung tragende Fahrzeug vorhanden ist, von der Fahrspur abzuweichen und das die Vorrichtung tragende Fahrzeug nicht auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, die auf der weißen Fahrspurmarkierung und genauer auf dem äußerst linken Rand der Fahrspur oder auf dem äußerst rechten Rand der Fahrspur in gleichem Abstand wiederholt ausgebildet sind, die Soll-Radbremsszylinderdrücke für vorne links und vorne rechts $P_{s_{FL}}$ und $P_{s_{FR}}$ für die Vorderrad-Bremsszylinder 6FL und 6FR auf den Hauptzylinderdruck P_m eingestellt (siehe den folgenden Ausdruck), wohingegen die Soll-Radbremsszylinderdrücke für hinten links und hinten rechts $P_{s_{RL}}$ und $P_{s_{RR}}$ für die Hinterrad-Bremsszylinder 6RL und 6RR auf einen Hinterradbremssdruck oder einen Hinterrad-Hauptzylinderdruck P_{mR} eingestellt werden (siehe die folgenden Ausdrücke), der aus dem Hauptzylinderdruck P_m berechnet wird und gewöhnlich gegenüber diesem verringert ist, wobei die Verteilung des Radbremsszylinderdrucks zwischen den Vorderrad- und Hinterradbremmen berücksichtigt ist.

$$P_{s_{FL}} = P_m$$

$$P_{s_{FR}} = P_m$$

$$P_{s_{RL}} = P_{mR}$$

$$P_{s_{RR}} = P_{mR}$$

[0067] Im Unterschied zu dem oben Stehenden wird während des Betriebs des LDP-Steuersystems (bei $F_{LD} \neq 0$, d. h. $F_{LD} = +1$ oder $F_{LD} = -1$) oder beim gesetzten Zustand des Fahrbahnrandscheidungsmerkers F_{LD} (wenn $F_{dw} \neq 0$, d. h. $F_{dw} = +1$ oder $F_{dw} = -1$), mit anderen Worten, wenn eine verstärkte Tendenz für das die Vorrichtung tragende Fahrzeug besteht, von der Fahrspur abzuweichen, oder wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug entweder auf dem äußerst linken Rand der Fahrspur oder auf dem äußerst rechten Rand der Fahrspur fährt, jeder der Soll-Vorderrad- und Hinterrad-Bremsszylinderdrücke $P_{s_{FL}}$, $P_{s_{FR}}$, $P_{s_{RL}}$ und $P_{s_{RR}}$ auf der Grundlage des Betrags des Soll-Giermoments M_s berechnet. Wenn im Einzelnen der Absolutwert $|M_s|$ des Soll-Giermoments kleiner ist als ein vorgegebener Giermoment-

schwellenwert M_{s1} (d. h. $|M_s| < M_{s1}$), legt der Prozessor der ECU 8 jeden der Soll-Radbremsszylinderdrücke $P_{s_{FL}}$ bis $P_{s_{RR}}$ so fest, dass lediglich zwischen den Hinterrädern 5RL und 5RR der Differenzdruck besteht. Mit anderen Worten, der Differenzdruck zwischen den Vorderrädern 5FL und 5FR ist auf "0" gesetzt. Somit werden bei $|M_s| < M_{s1}$ die Differenz des vorderen Soll-Radbremsszylinderdrucks ΔP_{s_F} zwischen den Soll-Radbremsszylinderdrücken vorn links und vorn rechts $P_{s_{FL}}$ und $P_{s_{FR}}$ und die Differenz des hinteren Soll-Radbremsszylinderdrucks ΔP_{s_R} zwischen den Soll-Radbremsszylinderdrücken hinten links und hinten rechts $P_{s_{RL}}$ und $P_{s_{RR}}$ in der folgenden Weise bestimmt:

$$\Delta P_{s_F} = 0$$

$$\Delta P_{s_R} = 2 \times K_{b_R} \times |M_s|/T \quad (6)$$

wobei K_{b_R} einen vorgegebenen Umsetzungskoeffizienten bezeichnet, der verwendet wird, um die Hinterradbremskraft in einen Hinterrad-Bremsszylinderdruck umzusetzen, und T bezeichnet ein Hinterradprofil (oder eine Hinterradföhrung). In der gezeigten Ausführungsform ist die Hinterradföhrung T so eingestellt, dass sie gleich der Vorderradföhrung ist.

[0068] Wenn dagegen der Absolutwert $|M_s|$ des Soll-Giermoments größer oder gleich dem vorgegebenen Schwellenwert M_{s1} ist (d. h. $|M_s| \geq M_{s1}$), legt der Prozessor des ECU 8 jeden der Soll-Radbremsszylinderdrücke $P_{s_{FL}}$ bis $P_{s_{RR}}$ so fest, dass der Differenzdruck sowohl zwischen den Vorderrädern 5FL und 5FR als auch zwischen den Hinterrädern 5RL und 5RR besteht. Dabei werden die Soll-Radbremsszylinderdruckdifferenzen für vorn und für hinten ΔP_{s_F} und ΔP_{s_R} durch die folgenden Ausdrücke (7) und (8) repräsentiert:

$$\Delta P_{s_F} = 2 \times K_{b_F} \times (|M_s| - M_{s1})/T \quad (7)$$

$$\Delta P_{s_R} = 2 \times K_{b_R} \times |M_s|/T \quad (8)$$

wobei K_{b_F} einen vorgegebenen Umsetzungskoeffizienten bezeichnet, der verwendet wird, um die Vorderradbremskraft in einen Vorderrad-Bremsszylinderdruck umzusetzen, K_{b_R} bezeichnet einen vorgegebenen Umsetzungskoeffizienten, der verwendet wird, um die Hinterradbremskraft in einen Hinterrad-Bremsszylinderdruck umzusetzen, und T in den Ausdrücken (7) und (8) bezeichnet Vorderrad- bzw. Hinterradprofile, die bei den Vorder- und Hinterrädern gleich sind, und M_{s1} bezeichnet den vorgegebenen Schwellenwert des Soll-Giermoments.

[0069] Bei der Einstellung der vorderen und hinteren Soll-Radbremsszylinderdruckdifferenzen ΔP_{s_F} und ΔP_{s_R} bei $|M_s| \geq M_{s1}$ bestimmt das System der Ausführungsform tatsächlich die beiden Soll-Bremssflüssigkeitsdruckdifferenzen ΔP_{s_F} und ΔP_{s_R} für vorn-

DE 10 2004 019 896 A1 2004.11.25

und hinten auf der Grundlage der obigen Ausdrücke (7) und (8). Statt der Erzeugung der vom Soll-Giermoment gesteuerten Variable, die für die LDP-Steuerung benötigt wird, indem die beiden Soll-Bremsflüssigkeitsdruckdifferenzen ΔP_{s_F} und ΔP_{s_R} für vorn und hinten erzeugt werden, kann das Soll-Giermoment lediglich durch die Soll-Bremsflüssigkeitsdruckdifferenz ΔP_{s_F} für vorn erzeugt werden. Dabei werden die Soll-Bremsflüssigkeitsdruckdifferenzen ΔP_{s_F} und ΔP_{s_R} für vorn und hinten aus den folgenden Ausdrücken erhalten:

$$\Delta P_{s_R} = 0$$

$$\Delta P_{s_F} = 2 \times K_{b_F} \times |M|/T$$

[0070] Wenn das Soll-Giermoment M_s ein negativer Wert ist ($M_s < 0$), mit anderen Worten, das die Vorrichtung tragende Fahrzeug tendiert dazu, von der gegenwärtigen Fahrspur nach links abzuweichen, wird deswegen der Soll-Radbremsszylinderdruck $P_{s_{FL}}$ für vorn links auf den Hauptzylinderdruck P_m gesetzt, der Soll-Radbremsszylinderdruck $P_{s_{FR}}$ für vorn rechts wird auf die Summe ($P_m + \Delta P_{s_F}$) aus dem Hauptzylinderdruck P_m und der Soll-Bremsflüssigkeitsdruckdifferenz ΔP_{s_F} für vorn gesetzt, der Soll-Radbremsszylinderdruck $P_{s_{RL}}$ für hinten links wird auf den Hinterrad-Hauptzylinderdruck P_{mR} gesetzt und der Soll-Radbremsszylinderdruck $P_{s_{RR}}$ für hinten rechts wird auf die Summe ($P_{mR} + \Delta P_{s_R}$) aus dem Hinterrad-Hauptzylinderdruck P_{mR} und der Soll-Bremsflüssigkeitsdruckdifferenz ΔP_{s_R} für hinten gesetzt, um die Komponente des Giermomentvektors zu erzeugen, die benötigt wird, um das die Vorrichtung tragende Fahrzeug nach rechts zu drehen (siehe folgenden Ausdruck (9)).

$$P_{s_{FL}} = P_m$$

$$P_{s_{FR}} = P_m + \Delta P_{s_F}$$

$$P_{s_{RL}} = P_{mR}$$

$$P_{s_{RR}} = P_{mR} + \Delta P_{s_R} \quad (9)$$

[0071] Wenn dagegen das Soll-Giermoment M_s ein positiver Wert ist ($M_s > 0$), mit anderen Worten, das die Vorrichtung tragende Fahrzeug tendiert dazu, von der gegenwärtigen Fahrspur nach rechts abzuweichen, wird der Soll-Radbremsszylinderdruck $P_{s_{FL}}$ für vorn links auf die Summe ($P_m + \Delta P_{s_F}$) aus dem Hauptzylinderdruck P_m und der Soll-Bremsflüssigkeitsdruckdifferenz ΔP_{s_F} für vorn gesetzt, der Soll-Radbremsszylinderdruck $P_{s_{FR}}$ für vorn rechts wird auf den Hauptzylinderdruck P_m gesetzt, der Soll-Radbremsszylinderdruck $P_{s_{RL}}$ für hinten links wird auf die Summe ($P_{mR} + \Delta P_{s_R}$) aus dem Hinterrad-Hauptzylinderdruck P_{mR} und der Soll-Bremsflüssigkeitsdruckdifferenz ΔP_{s_R} für hinten gesetzt und der Soll-Radbremsszylinderdruck $P_{s_{RR}}$ für hinten

rechts wird auf den Hinterrad-Hauptzylinderdruck P_{mR} gesetzt, um die Komponente des Giermomentvektors zu erzeugen, die benötigt wird, um das die Vorrichtung tragende Fahrzeug nach links zu drehen (siehe folgenden Ausdruck (10)).

$$P_{s_{FL}} = P_m + \Delta P_{s_F}$$

$$P_{s_{FR}} = P_m$$

$$P_{s_{RL}} = P_{mR} + \Delta P_{s_R}$$

$$P_{s_{RR}} = P_{mR} \quad (10)$$

[0072] Auf diese Weise kann das System der Ausführungsform in geeigneter Weise alle Soll-Vorder- und Soll-Hinterradbremsszylinderdrücke $P_{s_{FL}}$, $P_{s_{FR}}$, $P_{s_{RL}}$ und $P_{s_{RR}}$ berechnen, um das Soll-Giermoment M_s zu erzeugen, und somit kann die LDP-Steuerung auf der Grundlage der geeigneten Soll-Vorder- und Soll-Hinterradbremsszylinderdrücke unabhängig von einer manuellen Lenkaktion des Fahrers ausgeführt werden.

[0073] Wie im Folgenden genau beschrieben wird, wird anschließend im Schritt S18 ein Soll-Antriebsmoment Trq_{DS} unter der speziellen Bedingung arithmetisch berechnet, dass eine Möglichkeit besteht, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, von der gegenwärtigen Fahrspur abzuweichen und die LDP-Steuerung betriebsfähig ist ($F_{LD} \neq 0$). In der gezeigten Ausführungsform wird unter der speziellen Bedingung, die durch $F_{LD} \neq 0$ (d. h. $F_{LD} = +1$ oder $F_{LD} = -1$) oder $F_{dw} \neq 0$ (d. h. $F_{dw} = +1$ oder $F_{dw} = -1$) definiert ist, d. h. wenn das LDP-Steuersystem in Betrieb ist, die Fahrzeugbeschleunigung verringert oder unterdrückt, indem der Maschinenausgang degressiv kompensiert wird, selbst wenn das Gaspedal durch den Fahrer niedergedrückt wird. Bei $F_{LD} \neq 0$ oder $F_{dw} \neq 0$ wird das Soll-Antriebsmoment Trq_{DS} konkret nach dem folgenden Ausdruck berechnet:

$$Trq_{DS} = f(Acc) - g(P_s)$$

wobei $f(Acc)$ eine Funktion der Öffnung Acc der Beschleunigungseinrichtung ist, die im Schritt S1 gemessen wird, wobei die Funktion $f(Acc)$ bereitgestellt wird, um ein Soll-Antriebsmoment zu berechnen, das auf der Grundlage der Öffnung Acc der Beschleunigungseinrichtung bestimmt ist und benötigt wird, um das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zu beschleunigen, und $g(P_s)$ ist eine Funktion einer Summe $P_s (= \Delta P_{s_F} + \Delta P_{s_R})$ aus den Soll-Radbremsszylinderdruckdifferenzen ΔP_{s_F} und ΔP_{s_R} für vorn und hinten, die während der Giermomentsteuerung (LDP-Steuerung oder LK-Steuerung) erzeugt werden, wobei die Funktion $g(P_s)$ bereitgestellt wird, um ein Soll-Bremsmoment zu berechnen, das auf der Grundlage der summierten Soll-Radbremsszylinderdruckdifferenzen P_s

(= $\Delta P_{s_F} + \Delta P_{s_R}$) bestimmt ist.

[0074] Deswegen wird dann, wenn die Bedingung, die durch $F_{LD} \neq 0$ (d. h. $F_{LD} = +1$ oder -1) oder $F_{dw} \neq 0$ (d. h. $F_{dw} = +1$ oder -1) definiert ist, erfüllt ist und somit die LDP-Steuerung ausgeführt wird, das abgegebene Maschinenmoment durch das Bremsmoment, das auf der Grundlage der summierten Soll-Radbremsszylinderdruckdifferenzen $P_s (= \Delta P_{s_F} + \Delta P_{s_R})$ erzeugt wird, verringert.

[0075] Wenn dagegen die Bedingung, die durch $F_{LD} = 0$ und $F_{dw} = 0$ definiert ist, erfüllt ist, oder wenn die Bedingung, die durch $F_{LD} = 0$ und $F_{cancel} = 1$ definiert ist, erfüllt ist, wird das Soll-Antriebsmoment $TrqDS$ lediglich auf der Grundlage der Momentkomponente bestimmt, die benötigt wird, um das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zu beschleunigen (siehe folgenden Ausdruck):

$$TrqDS = f(Acc)$$

[0076] In der gezeigten Ausführungsform erhält die gesteuerte Variable der LDP-Steuerung eine höhere Priorität als die durch den Fahrer manipulierte Variable des Gaspedals. Stattdessen ist es selbstverständlich, dass die Erfindung nicht auf die spezielle Ausführungsform, die hier gezeigt und beschrieben ist, beschränkt ist, denn der durch den Fahrer manipulierte Variable des Gaspedals kann eine höhere Priorität verliehen werden als der gesteuerten Variable der LDP-Steuerung, so dass der Absolutwert $|M_s|$ des Soll-Giermoments M_s kleiner wird, wenn die Öffnung Acc der Beschleunigungseinrichtung größer wird. Nach dem Schritt S18 erfolgt der Schritt S19.

[0077] Im Schritt S19 werden Befehlssignale, die den Soll-Radbremsszylinderdrücken für vorne links, vorne rechts, hinten links und hinten rechts $P_{s_{FL}}$, $P_{s_{FR}}$, $P_{s_{RL}}$ und $P_{s_{RR}}$ entsprechen und im Schritt S17 berechnet werden, von der Eingangsschnittstelle der ECU 8 an die hydraulische Modulationseinrichtung 7 (die als Steueraktuator der Gierbewegung dient) ausgegeben und gleichzeitig wird ein Befehlssignal, dass dem Soll-Antriebsmoment $TrqDS$ entspricht und im Schritt S18 berechnet wird, von der Ausgangsschnittstelle der ECU 8 an die Antriebsmoment-Steuereinheit 12 ausgegeben. Auf diese Weise wird ein Zyklus der takt ausgelösten Unterbrechungsroutine (die Giermoment-Steueroutine oder die LDP-Steueroutine, die durch das System der Ausführungsform ausgeführt wird) abgeschlossen und es erfolgt die Rückkehr zum vorgegebenen Hauptprogramm.

[0078] Die LDP-Vorrichtung für ein Fahrzeug der Ausführungsform, die die in Fig. 2 gezeigte LDP-Steueroutine ausführt, arbeitet in der folgenden Weise.

[0079] Es wird angenommen, dass das die Vorrich-

tung tragende Fahrzeug dazu tendiert, von der gegenwärtigen Fahrspur nach links abzuweichen auf Grund des unaufmerksamen Fahrens durch den Fahrer bei einem Zustand, bei dem die Bilddaten, die die weiße Fahrspurmarkierung (die weiße Fahrspurmarkierungslinie) vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug von der CCD-Kamera 13 ausreichend aufgenommen oder erkannt werden. Wie in Fig. 8 gezeigt ist, wird weiterhin angenommen, dass das linke Vorderrad 5FL des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, die auf der weißen Fahrspurmarkierung (die weiße Fahrspurmarkierungslinie) in gleichem Abstand wiederholt ausgebildet sind, des linken Rands der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs fährt. Bei diesen Bedingungen werden in dem Prozessor der ECU 8 zuerst Informationsdaten von den oben erwähnten Maschinen-/Fahrzeugschaltern und Sensoren, dem Antriebsmoment-Controller 12 und dem Kamera-Controller 14 gelesen (siehe Schritt S1 von Fig. 2). Wie in der Zeitperiode D des Ablaufplans von Fig. 9A gezeigt ist, wird die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads 5FL, d. h. die Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads, die in der im Wesentlichen konstanten Zeitperiode, wie etwa die Zeitperiode ($T_{SO} - T_{SL}$), bedeutend oszilliert und schwankt, gemessen oder erfasst. Wie in der Zeitperiode D des Ablaufplans von Fig. 9B gezeigt ist, oszilliert und schwankt die Geschwindigkeit $V_{w_{FR}}$ des rechten Vorderrads 5FR, d. h. die Beschleunigung $dV_{w_{FR}}$ des rechten Vorderrads nur gering. Der Erkennungsmerker F_{cam_ready} ist auf "1" gesetzt, da die weiße Fahrspurmarkierung vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug von der CCD-Kamera 13 zufrieden stellend erfasst und aufgenommen wird. Daraufhin wird im Schritt 52 die Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs aus dem Ausdruck $V = (V_{w_{FL}} + V_{w_{FR}})/2$ berechnet. Im Schritt S3 wird der Schätzwert X_S der seitlichen Verlagerung (die geschätzte zukünftige seitliche Verlagerung) aus dem Ausdruck $X_S = T_t \times V \times (\phi + T_t \times V \times \beta) + X$ berechnet. Auf Grund der verstärkten Tendenz des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, von der Fahrspur abzuweichen, wird der berechnete Schätzwert X_S der seitlichen Verlagerung größer als das vorgegebene Kriterium X_c der seitlichen Verlagerung. Daraufhin wird im Schritt S4 die Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads auf der Grundlage der zuletzt aktualisierten Informationen in Bezug auf die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads arithmetisch berechnet. Auf der Grundlage der berechneten Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads wird nur der Entscheidungsmerker $F_{ot_{FL}}$ der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das linke Vorderrad 5FL auf "1" gesetzt. Im Schritt S5 wird der Fahrbahnrandentscheidungsmerker F_{dw} auf "1" gesetzt, wenn der Entscheidungsmerker $F_{ot_{FL}}$ der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche gesetzt ist (=1). Im Schritt S6 wird der Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} auf

"0" zurückgesetzt, da das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, ohne die Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel von der Fahrspur abzuweichen. Daraufhin geht die Routine über den Schritt S7 zum Schritt S8. Im Schritt S8 bestimmt Prozessor der ECU 8, dass auf Grund der Bedingung $XS \geq X_C$ eine verstärkte Tendenz für das die Vorrichtung tragende Fahrzeug besteht, von der gegenwärtigen Fahrspur nach links abzuweichen. Deswegen wird der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} auf "+1" gesetzt. Unter diesen Bedingungen, d. h. bei dem gesetzten Erkennungsmerker $F_{camready}$ (= 1) und dem gesetzten Fahrbahnrandentscheidungsmerker F_{dw} (= +1), werden die beiden Antworten auf den Schritt S9 und auf den Schritt S10 positiv (ja). Deswegen geht die Routine vom Schritt S10 zum Schritt S12 und somit wird die Steuerverstärkung Khr auf die vorgegebene Verstärkung $Khr1$ (>1) gesetzt und zusätzlich wird der Versatz M_{offset} der gesteuerten Variable auf "0" gesetzt. Somit wird im Schritt S16 das Soll-Giermoment M_s (ein negativer Wert des Giermoments) auf der Grundlage der vorgegebenen Verstärkung (die eine verhältnismäßig große Verstärkung ist) $Khr1$ (>1) aus dem Ausdruck (5), d. h. $M_s = -Khr \times K1 \times K2 \times (XS - X_C) - F_{dw} \times M_{offset}$ berechnet, so dass ein vergleichsweise großes Giermoment in eine Richtung (in eine Richtung nach rechts) erzeugt wird, so dass die Tendenz des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs zur Fahrspurabweichung vermieden wird. Im Schritt S17 werden auf der Grundlage des berechneten Soll-Giermoments M_s (der vergleichsweise große negative Wert, d. h. $-Khr \times K1 \times K2 \times (XS - X_C)$) im Vergleich zu den Soll-Radbremsszylinderdrücken der linken Seite Ps_{FL} und Ps_{RL} die Soll-Radbremsszylinderdrücke der rechten Seite Ps_{FR} und Ps_{RR} als verhältnismäßig größere Druckwerte berechnet (siehe den Ausdruck (9)). Daraufhin geht die Routine über den Schritt S18 zum Schritt S19. Im Schritt S19 werden Befehlssignale, die den Soll-Radbremsszylinderdrücken für vorne links, vorne rechts, hinten links und hinten rechts Ps_{FL} (= Pm), Ps_{FR} (= $Pm + \Delta Ps_F$), Ps_{RL} (= PmR) und Ps_{RR} (= $PmR + \Delta Ps_R$) entsprechen und im Schritt S17 berechnet werden, von der Eingangsschnittstelle der ECU 8 an die hydraulische Modulationseinrichtung 7 ausgegeben. Folglich kann ein vergleichsweise größeres Giermoment, das dazu tendiert, das die Vorrichtung tragende Fahrzeug nach rechts zu drehen, erzeugt werden, wodurch wirksam verhindert wird, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug von der Fahrspur nach links abweicht.

[0080] Wenn, wie oben dargestellt wurde, gemäß dem System der Ausführungsform, das die in Fig. 2 gezeigte LDP-Steuerroutine ausführt, (i) die erste Bedingung ($F_{LD} = +1$ oder -1), wobei eine verstärkte Tendenz für das die Vorrichtung tragende Fahrzeug besteht, von der Fahrspur nach links (oder nach rechts) abzuweichen, und (ii) die zweite Bedingung ($F_{dw} = +1$ oder -1), wobei das linke Vorderrad 5FL (oder das rechte Vorderrad 5FR) des die Vorrichtung

tragenden Fahrzeugs auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, die auf der weißen Fahrbahnmarkierung des äußerst linken Rands (oder des äußerst rechten Rands) der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in gleichem Abstand wiederholt ausgebildet sind, fährt, beide erfüllt sind, kann ein vergleichsweise großes Giermoment M_s aus dem Ausdruck (5) arithmetisch berechnet werden (siehe Einstellung der Steuerverstärkung Khr auf die vorgegebene große Verstärkung $Khr1$ (>1) und den Übergang vom Schritt S9 über den Schritt S10 zum Schritt S12 in Fig. 2), so dass ein vergleichsweise großes Giermoment, das auf das die Vorrichtung tragende Fahrzeug ausgeübt wird, in die Richtung erzeugt wird, in der die verstärkte Tendenz zum Abweichen von der Fahrspur vermieden wird. Das wird mit größerer Sicherheit verhindern, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug von der Fahrspur nach links oder nach rechts abweicht. Wird angenommen, dass lediglich die erste Bedingung ($F_{LD} = +1$ oder -1) durch die Bilddaten, die durch die CCD-Kamera 13 (ein externer Erkennungsdetektor) aufgenommen werden, erfasst wird, ohne dass die zweite Bedingung ($F_{dw} = +1$ oder -1) berücksichtigt wird, kann aus dem Ausdruck (5) erkannt werden, dass der Betrag der Steuerverstärkung Khr nicht auf einen Wert größer als "1" gesetzt werden kann, mit anderen Worten der Maximalwert der Steuerverstärkung Khr beträgt "1", da der Übergang von Schritt 10 zum Schritt 12 niemals erfolgt, d. h. mit anderen Worten, die Steuerverstärkung Khr kann nicht auf einen Wert größer als "1" gesetzt werden. Bei der Annahme, dass die Steuerverstärkung Khr auf "1" gesetzt ist, kann das Soll-Giermoment M_s auf der Grundlage der Abweichung ($XS - X_C$) (die aus den Bilddaten abgeleitet wird) zwischen dem Schätzwert XS der seitlichen Verlagerung und dem vorgegebenen Kriterium X_C der seitlichen Verlagerung aus dem Ausdruck $M_s = -K1 \times K2 \times (XS - X_C)$ berechnet werden, da $Khr = 1$ beträgt und der Term $F_{dw} \times M_{offset}$ in dem Ausdruck (5) eliminiert wurde. Wie aus einem Vergleich zwischen dem Ausdruck $M_s = -Khr \times K1 \times K2 \times (XS - X_C) - F_{dw} \times M_{offset}$ und dem Ausdruck $M_s = -K1 \times K2 \times (XS - X_C)$ ersichtlich ist, wenn die erste und die zweite Bedingung beide erfüllt sind und die Steuerverstärkung Khr auf den vorgegebenen Wert $Khr1$ (>1) gesetzt ist, wird natürlich der Absolutwert $|M_s|$ des Soll-Giermoments M_s , der aus dem Ausdruck $M_s = -Khr \times K1 \times K2 \times (XS - X_C) - F_{dw} \times M_{offset}$ erhalten wird, größer werden als der Absolutwert $|M_s|$ des Soll-Giermoments M_s , der aus dem Ausdruck $M_s = -K1 \times K2 \times (XS - X_C)$ erhalten wird. Das heißt, das LDP-System der Ausführungsform ist dann, wenn es die erste und die zweite Bedingung berücksichtigt und den Ausdruck $M_s = -Khr \times K1 \times K2 \times (XS - X_C) - F_{dw} \times M_{offset}$ verwendet, besser als das LDP-Steuerersystem, das lediglich auf den Bilddaten für die Erfassung der Fahrspurabweichungstendenz des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs basiert und den Ausdruck $M_s = -K1 \times K2 \times (XS - X_C)$ verwendet, in

der Leistungsfähigkeit zur verbesserten Vermeidung der Fahrspurabweichung.

[0081] Als Nächstes wird angenommen, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, von der gegenwärtigen Fahrspur nach links bei einem Zustand abzuweichen, bei dem die Bilddaten, die die weiße Fahrspurmarkierung (die weiße Fahrspurlinie) vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug betreffen, von der CCD-Kamera 13 auf Grund schlechter Sicht, die sich aus extremen Wittersituationen, wie etwa dichter Nebel, starker Schneefall, extremer Regen oder Vereisung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, ergibt, nicht ausreichend aufgenommen oder erkannt werden kann. Wie in Fig. 9 gezeigt ist, wird dann angenommen, dass das linke Vorderrad 5FL des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, die auf der weißen Fahrspurmarkierung (die weiße Fahrspurmarkierungslinie) mit gleichem Abstand wiederholt ausgebildet sind, des äußerst linken Rands der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs fährt. Bei diesen Bedingungen werden im Prozessor der ECU 8 zuerst die eingegebenen Informationsdaten von den oben erwähnten Maschinen-/Fahrzeugschaltern und -sensoren und von dem Antriebsmoment-Controller 12 und von dem Kamera-Controller 14 gelesen (siehe Schritt S1 von Fig. 2). Wie in der Zeitperiode D des Ablaufplans von Fig. 9A ersichtlich ist, wird die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads 5FL, d. h. die Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads 5FL, die beträchtlich oszilliert und bei der im Wesentlichen konstanten Periode, wie etwa die Zeitperiode ($T_{so} - T_{sL}$) schwankt, gelesen oder erfasst. In diesem Fall werden der Gierwinkel ϕ des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, die seitliche Abweichung X und die Krümmung β auf "0" gesetzt. Der Erkennungsmerker $F_{camready}$ wird auf "0" zurückgesetzt, da die weiße Fahrspurmarkierung vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug durch die CCD-Kamera 13 nicht ausreichend aufgenommen wird. Im Schritt S2 wird die Geschwindigkeit V ($= (V_{w_{FL}} + V_{w_{FR}})/2$) des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs berechnet. Im Schritt S3 wird der Schätzwert X_S der seitlichen Verlagerung (die geschätzte zukünftige seitliche Verlagerung) auf "0" gesetzt, da $\phi = 0$, $X = 0$ und $\beta = 0$. Im Schritt S4 wird die Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads auf der Grundlage der zuletzt aktualisierten Informationen für die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads berechnet und lediglich der Entscheidungsmerker $F_{ot_{FL}}$ der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das linke Vorderrad 5FL wird auf der Grundlage der berechneten Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads auf "1" gesetzt. Im Schritt S5 wird der Fahrbahnrandentscheidungsmerker F_{dw} auf "+1" gesetzt, wenn der Entscheidungsmerker $F_{ot_{FL}}$ der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche gesetzt ist ($= 1$). Im Schritt S6 wird der Fahrbahnwechselanzeigemerker F_{tc} auf "0" zurückgesetzt, da das die Vorrichtung tra-

gende Fahrzeug dazu tendiert, von der Fahrspur abzuweichen, ohne dass eine Absicht des Fahrers für einen Fahrspurwechsel vorliegt. Daraufhin geht die Routine über den Schritt S7 zum Schritt S8. Im Schritt S8 bestimmt der Prozessor der ECU 8, dass eine geringe Möglichkeit für eine Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von der gegenwärtigen Fahrspur nach links vorhanden ist, da $X_S = 0$ und demzufolge gilt $-X_C < X_S (=0) < X_C$. Somit wird der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} auf "0" zurückgesetzt. Unter diesen Bedingungen, d. h. der Erkennungsmerker $F_{camready}$ ist zurückgesetzt ($=0$) und der Fahrbahnrandentscheidungsmerker F_{dw} ist gesetzt ($= +1$), wird die Antwort auf Schritt S9 negativ (nein) und die Antwort auf Schritt S13 wird positiv (ja). Deswegen geht die Routine vom Schritt S13 zum Schritt S15 und somit wird die Steuerverstärkung K_{hr} auf "0" gesetzt und der Versatz M_{offset} der zusätzlich gesteuerten Variable wird auf einen vorgegebenen konstanten Wert M_0 gesetzt. Somit wird im Schritt S16 das Soll-Giermoment M_s (ein negativer Wert des Giermoments) auf der Grundlage des Versatzes M_{offset} der zusätzlich gesteuerten Variable ($=$ vorgegebener konstanter Wert M_0) aus dem Ausdruck (5), d. h. $M_s = -K_{hr} \times K_1 \times K_2 \times (X_S - X_C) - F_{dw} \times M_{offset}$ berechnet, so dass ein vorgegebenes konstantes Giermoment in einer Richtung (in einer Richtung nach rechts) erzeugt wird, damit das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zu der Mittelachse (die mittige Position) der gegenwärtigen Fahrspur zurückkehrt. Im Schritt S17 werden auf der Grundlage des berechneten Soll-Giermoments M_s (der vorgegebene konstante negative Wert $= -F_{dw} \times M_{offset}$) im Vergleich mit den Soll-Radbremsszylinderdrücken der linken Seite $P_{s_{FL}}$ und $P_{s_{RL}}$ die Soll-Radbremsszylinderdrücken der rechten Seite $P_{s_{FR}}$ und $P_{s_{RR}}$ als verhältnismäßig hohe Druckwerte berechnet (siehe Ausdruck (9)). Daraufhin geht die Routine über den Schritt S18 zum Schritt S19. Im Schritt S19 werden die Soll-Radbremsszylinderdrücke für vorn links, für vorn rechts, für hinten links und für hinten rechts $P_{s_{FL}}$ ($= P_m$), $P_{s_{FR}}$ ($= P_m + \Delta P_{s_F}$), $P_{s_{RL}}$ ($= P_m R$) und $P_{s_{RR}}$ ($= P_m R + \Delta P_{s_R}$), die im Schritt S17 berechnet wurden, von der Eingangsschnittstelle der ECU 8 an die hydraulische Modulationseinrichtung 7 ausgegeben. Folglich kann ein vorgegebenes konstantes Giermoment, das dazu tendiert, das die Vorrichtung tragende Fahrzeug nach rechts zu drehen (in Uhrzeigerichtung, wenn Fig. 8 von oben betrachtet wird), erzeugt werden, wodurch das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zur mittigen Position der Fahrspur während der Fahrspurhaltesteuerung des Fahrzeugs (während der Gierbewegungssteuerung des Fahrzeugs) zurückkehren kann und demzufolge das Abweichen des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von der Fahrspur vermieden wird.

[0082] Wie oben dargestellt wurde, kann gemäß dem System der Ausführungsform, die die Steueroutine von Fig. 2 ausführt, dann, wenn lediglich die

zweite Bedingung ($F_{dw} = +1$ oder -1) erfüllt ist, wobei das linke Vorderrad 5FL (oder das rechte Vorderrad 5FR) des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, die in gleichem Abstand auf der weißen Linienmarkierung des linken Rands (oder des rechten Rands) der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs ausgebildet sind, ein vorgegebenes konstantes Giermoment (d. h. $M_s = -F_{dw} \times M_{offset}$) aus dem Ausdruck (5) arithmetisch berechnet werden (siehe Einstellung des Versatzes M_{offset} der gesteuerten Variable auf den vorgegebenen konstanten Wert M_o und der Ablauf geht vom Schritt S9 über den Schritt S13 zum Schritt S15 in Fig. 2), so dass ein vorgegebenes konstantes Giermoment, welches auf das die Vorrichtung tragende Fahrzeug ausgeübt wird, in der Richtung erzeugt wird, die ermöglicht, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug in eine mittige Position der Fahrspur zurückkehren kann. Somit ist es selbst dann, wenn die Bilddaten, die die weiße Fahrspurmarkierung vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug betreffen, auf Grund einer verringerten Sicht durch die CCD-Kamera 13 nicht ausreichend aufgenommen werden können, möglich, ein Abweichen des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von der Fahrspur wirksam zu vermeiden und eine Unterstützung zur Fahrspureinhaltung für das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zu ermöglichen. Außer dem oben Genannten ermöglicht das Erzeugen des vorgegebenen konstanten Giermoments, welches das die Vorrichtung tragende Fahrzeug in die Richtung zum Vermeiden der Fahrspurabweichung dreht, eine einfache Änderung der Fahrtrichtung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs oder ein einfaches Drehen des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs zu einem früheren Zeitpunkt, so dass der Fahrer nicht die leiseste Ahnung über die Tatsache haben kann, dass das linke Vorderrad 5FL des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs nun auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, die auf der weißen Fahrspurmarkierung (der weißen Fahrspurlinie) des äußersten linken oder des äußerst rechten Rands der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in gleichem Abstand wiederholt ausgebildet sind. Eine derartige Änderung der Fahrtrichtung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, die durch das LDP-System der Ausführungsform automatisch ausgeführt wird, informiert den Fahrer rechtzeitig und wirksam über die gegenwärtige Lenkrichtung, wodurch ermöglicht wird, dass der Fahrer erfolgreich die Tendenz zur Fahrspurabweichung mit mentaler Gelassenheit bewältigt, selbst unter Bedingungen, bei denen infolge von extremen Wittersituationen eine verringerte Sicht vorhanden ist.

[0083] In Fig. 10 ist die modifizierte Steuerroutine gezeigt, die durch den Prozessor der ECU 8 der LDP-Vorrichtung der Ausführungsform ausgeführt wird. Die in Fig. 10 gezeigte modifizierte Steuerrouti-

ne wird außerdem als zeitlich ausgelöste Unterbrechungsroutinen ausgeführt, die jeweils nach vorgegebenen Zeitintervallen, wie etwa 20 Millisekunden, ausgelöst werden. Kurz gesagt, die modifizierte Routine von Fig. 10 unterscheidet sich von der Steuerroutine von Fig. 2 dahingehend, dass in der modifizierten Routine von Fig. 10 eine Steuerung zur Verhinderung der Fahrspurabweichung (LDP-Steuerung) lediglich dann ausgeführt wird, wenn eines der linken oder rechten Vorderräder 5FL und 5FR des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten, die auf der weißen Fahrspurmarkierung der Fahrspur ausgebildet sind, fährt, ohne auf der Grundlage der Bilddaten, die die weiße Fahrspurmarkierung vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug betreffen, (mit anderen Worten, auf der Grundlage des Vergleichsergebnisses zwischen dem Schätzwert XS der seitlichen Verlagerung und dem vorgegebenen Kriterium der seitlichen Verlagerung) zu bestimmen, ob eine verstärkte Tendenz für das die Vorrichtung tragende Fahrzeug besteht, von der Fahrspur abzuweichen. Die modifizierte Routine von Fig. 10 ist der Steuerroutine von Fig. 2 ähnlich mit der Ausnahme, dass in der modifizierten Routine von Fig. 10 die Schritte S3, S7, S9 bis S15 eliminiert sind und außerdem die Schritte S8 und S16, die in der in Fig. 2 gezeigten Routine enthalten sind, durch die Schritte 8' und 16', die in der in Fig. 10 gezeigten Routine enthalten sind, ersetzt wurden. Somit werden die gleichen Schrittnummern, die verwendet werden, um Schritte in der in Fig. 2 gezeigten Routine zu bezeichnen, bei den entsprechenden Schrittnummern in der in Fig. 10 gezeigten Routine für den Zweck des Vergleichs der beiden unterschiedlichen Unterbrechungsroutinen, die in den Schritten 2 und 10 gezeigt sind verwendet. Die Schritte 8' und 16' werden anschließend unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung genauer beschrieben, wobei eine genaue Beschreibung der Schritte S1, S2, S4 bis S6 und S17 bis S19 an dieser Stelle weggelassen wird, da die obige Erläuterung selbsterklärend zu sein scheint.

[0084] Im Schritt 8' trifft der Prozessor der ECU 8 eine Fahrspurabweichungsentscheidung um festzustellen, ob eine Möglichkeit oder eine verstärkte Tendenz zur Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von der gegenwärtigen Fahrspur vorhanden ist, wobei er den Zustand des Fahrspurwechselanzeigemerkers F_{LC} und den Zustand des Fahrbahnrandentscheidungsmerkers F_{dw} an Stelle der Bilddaten und im Einzelnen an Stelle des Vergleichsergebnisses zwischen dem Schätzwert XS der seitlichen Verlagerung und dem vorgegebenen Kriterium X_c der seitlichen Verlagerung verwendet. Im Schritt S8' erfolgt im Einzelnen konkret eine Prüfung um festzustellen, ob der Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} , dessen gesetzter Zustand (= 1) oder zurückgesetzter Zustand (= 0) im Schritt S6 bestimmt wird, zurückgesetzt ist (= 0). Wenn der Fahrspur-

wechselanzeigemerker F_{LC} zurückgesetzt ist ($= 0$) und somit das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, von der Fahrspur abzuweichen, ohne dass eine Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel besteht, erfolgt eine weitere Prüfung um festzustellen, ob der Fahrbahnrandentscheidungsmerker F_{dw} , dessen gesetzter Zustand ($= +1$ oder -1) oder zurückgesetzter Zustand ($= 0$) im Schritt S5 bestimmt wird; auf "+1" gesetzt ist, wenn $F_{LC} = 0$ und $F_{dw} = +1$, bestimmt der Prozessor der ECU 8, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, von der gegenwärtigen Fahrspur nach links abzuweichen und deswegen wird der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} auf "+1" gesetzt. Wenn $F_{LC} = 0$ und $F_{dw} \neq +1$, erfolgt eine weitere Prüfung um festzustellen, ob der Fahrbahnrandentscheidungsmerker F_{dw} auf "-1" gesetzt ist. Wenn $F_{LC} = 0$ und $F_{dw} = -1$, bestimmt der Prozessor der ECU 8, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, von der gegenwärtigen Fahrspur nach rechts abzuweichen und deswegen wird der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} auf "-1" gesetzt. Wenn dagegen $F_{LC} = 0$ und $F_{dw} = 0$, bestimmt der Prozessor der ECU 8, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug nicht dazu tendiert, von der gegenwärtigen Fahrspur nach links oder rechts abzuweichen und deswegen wird der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} auf "0" zurückgesetzt.

[0085] Wenn umgekehrt der Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} gesetzt ist ($= 1$) und somit das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, mit der Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel von der Fahrspur abzuweichen, bestimmt der Prozessor der ECU 8, dass keine Notwendigkeit für die Ausführung der LDP-Steuerung besteht und deswegen wird der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} auf "0" gesetzt. Wenn in ähnlicher Weise eine Reifenhafung auf der Fahrbahn einen Grenzwert erreicht, mit anderen Worten während der Blockiersteuerung, während der Traktionssteuerung oder während der dynamischen Steuerung des Fahrzeugs muss die LDP-Steuerung generell gesperrt werden. Somit wird der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} während der Blockiersteuerung, während der Traktionssteuerung oder während der dynamischen Steuerung des Fahrzeugs zwangsläufig auf "0" zurückgesetzt.

[0086] Im Schritt S16' wird das Soll-Giermoment M_s arithmetisch berechnet. Im Einzelnen erfolgt eine Prüfung festzustellen, ob die Bedingung, die durch $F_{LD} \neq 0$ (d. h. $F_{LD} = +1$ oder -1) definiert ist, erfüllt ist. Wenn die Bedingung, die durch $F_{LD} \neq 0$ (d. h. $F_{LD} = +1$ oder -1) definiert ist, erfüllt ist, d. h. wenn eine verstärkte Tendenz für das die Vorrichtung tragende Fahrzeug besteht, von der Fahrspur nach links oder rechts abzuweichen, wird das Soll-Giermoment M_s mit dem folgenden Ausdruck (11) arithmetisch berechnet. Wenn dagegen die Bedingung, die durch F_{LD}

$\neq 0$ (d. h. $F_{LD} = +1$ oder -1) definiert ist, nicht erfüllt ist, mit anderen Worten, die durch $F_{LD} = 0$ definierte Bedingung ist erfüllt, wird das Soll-Giermoment M_s auf "0" gesetzt.

$$M_s = -F_{dw} \times M_o \quad (11)$$

wobei M_o einen vorgegebenen konstanten Wert bezeichnet und F_{dw} den Fahrbahnrandentscheidungsmerker bezeichnet. In der modifizierten Routine von Fig. 10 ist der vorgegebene konstante Wert M_o , der für die Berechnung des Soll-Giermoments M_s unter der Bedingung, die durch $F_{LD} \neq 0$ (d. h. $F_{LD} = +1$ oder -1) definiert ist, verwendet wird, ein feststehender Wert. Statt der Verwendung des feststehenden Werts M_o kann der vorgegebene Wert M_o als eine Variable eingesetzt werden, die in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren, und zwar die Geschwindigkeit V des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, die Gierrate ϕ , die Querbesehleunigung Y_g , der Drehzustand des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, wie etwa der Lenkwinkel δ , der Gierwinkel ϕ und dergleichen, variabel festgelegt werden kann.

[0087] Die LDP-Vorrichtung für ein Fahrzeug, die die in Fig. 10 gezeigte modifizierte Routine ausführt, arbeitet in der folgenden Weise.

[0088] Es wird angenommen, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, in Situationen mit verringerter Sicht, d. h. bei extremen Wettersituationen, wie etwa dichter Nebel, starker Schneefall, extremer Regen oder Vereisung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, von der gegenwärtigen Fahrspur nach links abzuweichen. Wie in Fig. 8 gezeigt ist, wird weiter angenommen, dass das linke Vorderrad 5FL des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbanoberfläche fährt, die auf der weißen Fahrspurmarkierung (weiße Fahrspurmarkierungslinie) des äußersten linken Rands der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in gleichem Abstand wiederholt ausgebildet sind. Unter diesen Bedingungen werden im Prozessor der ECU 8 zunächst die eingegebenen Informationsdaten von den oben erwähnten Maschinen-/Fahrzeugschaltern und -sensoren, von dem Antriebsmoment-Controller 12 und von dem Kamera-Controller 14 gelesen (siehe Schritt S1 von Fig. 10). Wie im Zeitabschnitt D des Ablaufplans von Fig. 9A gezeigt ist, wird die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads, d. h. die Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads, die wesentlich oszilliert und bei einer im Wesentlichen konstanten Periode, wie etwa die Zeitperiode ($T_{SO} - T_{SL}$), schwankt, gelesen oder erfasst. Daraufhin geht die Routine über den Schritt S2 zum Schritt S4. Im Schritt S4 wird die Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads auf der Grundlage der zuletzt aktualisierten Informationen der Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads berechnet und lediglich der Entscheidungsmerker $F_{ot_{FL}}$

der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das linke Vorderrad 5FL wird auf der Grundlage der berechneten Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads auf "+1" gesetzt. Im Schritt S5 wird der Fahrbahnrandentscheidungsmerker F_{dw} auf "+1" gesetzt, wenn der Entscheidungsmerker $F_{ot_{FL}}$ der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche ($= 1$) gesetzt ist. Im Schritt S6 wird der Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} auf "0" zurückgesetzt, da das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, von der Fahrspur abzuweichen, ohne dass eine Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel vorhanden ist. Im Schritt S8' bestimmt der Prozessor der ECU 8 auf der Grundlage des Zustands des Fahrspurwechselanzeigemerkers F_{LC} ($= 0$) und des Zustands des Fahrbahnrandentscheidungsmerkers F_{dw} (+1), dass eine verstärkte Tendenz für das die Vorrichtung tragende Fahrzeug besteht, von der gegenwärtigen Fahrspur nach links abzuweichen, ohne dass eine Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel vorhanden ist. Deswegen wird der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} auf "+1" gesetzt. Unter der Bedingung $F_{LD} = +1$ wird im Schritt S16' das Soll-Giermoment M_s (ein negativer Wert des Giermoments) auf der Grundlage des vorgegebenen konstanten Werts M_o und des Fahrbahnrandentscheidungsmerkers F_{dw} ($= +1$) mit dem Ausdruck (11), d. h. $M_s = -F_{dw} \times M_o$ berechnet, so dass ein vorgegebenes konstantes Giermoment in einer Richtung (in einer Richtung nach rechts) erzeugt wird, welches das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zur Mittelachse (die mittige Position) der gegenwärtigen Fahrspur zurückführt. Im Schritt S17 werden auf der Grundlage des berechneten Soll-Giermoments M_s (der vorgegebene konstante negative Wert $= -F_{dw} \times M_o$) im Vergleich mit den Soll-Radbremsszylinderdrücken $P_{s_{FL}}$ und $P_{s_{RL}}$ für die linke Seite die Soll-Radbremsszylinderdrücken $P_{s_{FR}}$ und $P_{s_{RR}}$ für die rechte Seite als verhältnismäßig große Druckwerte berechnet (siehe Ausdruck (9)). Daraufhin geht die Routine über den Schritt S18 zum Schritt S19. Im Schritt S19 werden Befehlssignale, die den im Schritt S17 berechneten Soll-Radbremsszylinderdrücken für vorn links, vorn rechts, hinten links und hinten rechts $P_{s_{FL}}$ ($= P_m$), $P_{s_{FR}}$ ($= P_m + \Delta P_{s_{FL}}$), $P_{s_{RL}}$ ($= P_m R$) und $P_{s_{RR}}$ ($= P_m R + \Delta P_{s_{RL}}$) entsprechen, von der Eingangsschnittstelle der ECU 8 an die hydraulische Modulationseinrichtung 7 ausgegeben. Folglich kann ein vorgegebenes konstantes Giermoment, das dazu tendiert, das die Vorrichtung tragende Fahrzeug nach rechts zu drehen (in Uhrzeigerichtung, wenn Fig. 8 von oben betrachtet wird), erzeugt werden, wodurch das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zur mittigen Position der Fahrspur zurückkehren kann und demzufolge das Abweichen des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von der Fahrspur vermieden wird.

[0089] Wie oben dargestellt wurde, kann das LDP-Steuersystem, das die modifizierte Routine von Fig. 10 ausführt, in einfacher Weise auf der Grundla-

ge der Geschwindigkeit des Vorderrads $V_{w_{FL}}$ (oder $V_{w_{FR}}$) des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs leicht erfassen oder bestimmen, ob eines der Vorderräder 5FL und 5FR auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, die auf der weißen Fahrspurmarkierung in gleichem Abstand wiederholt ausgebildet sind. Deswegen können Sensorsignale von Radgeschwindigkeitssensoren, die für die Blockiersteuerung von Fahrzeugen mit ABS-System verwendet werden, außerdem für die LDP-Steuerung, die die modifizierte Routine von Fig. 10 ausführt, verwendet werden. Außerdem ist die modifizierte Routine von Fig. 10 etwas vereinfacht im Vergleich zur Steuerroutine von Fig. 2. Die modifizierte Routine von Fig. 10 und die Verwendung der Radgeschwindigkeitssensoren, die der Blockiersteuerung (oder Traktionssteuerung) und der LDP-Steuerung insgesamt gemeinsam sind, tragen zu einem kostengünstigen kombinierten System der Blockiersteuerung (oder Traktionssteuerung) und der LDP-Steuerung bei.

[0090] Im Fig. 11 ist die modifizierte Fahrzeug-LDP-Vorrichtung gezeigt, die ein LDP-Steuersystem mit Lenkaktuator verwendet, wodurch ein Lenkmoment automatisch in eine Richtung erzeugt wird, so dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zur Mittelachse (die mittige Position) der Fahrspur zurückkehrt, wenn der Prozessor der ECU 8 erfasst oder bestimmt, dass eines der Vorderräder 5FL und 5FR des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, die auf der weißen Fahrspurmarkierung der linken (der äußerst linke Rand) oder der rechten (der äußerst rechte Rand) der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in gleichem Abstand wiederholt ausgebildet sind.

[0091] Wie in Fig. 11 gezeigt ist, ist ein herkömmlicher Lenkmechanismus mit Zahnstange und Ritzel zwischen den Vorderrädern 5FL und 5FR vorgesehen. Der herkömmliche Lenkmechanismus enthält wenigstens eine Zahnstange 24, die mit einem Lenkarm, wie etwa ein Achsschenkel jedes Vorderrads 5FL (5FR), verbunden ist, ein Ritzel 25, das an der Zahnstange 24 in Eingriff ist, und eine Lenkwelle 27, über die ein Lenkmoment vom Lenkarm 21 an das Ritzelrad 25 übertragen wird. Ein automatischer Lenkmechanismus oder ein selbststeuernder Mechanismus 28, der einen Lenkaktuator darstellt (der als ein Gierbewegungssteuerungsaktuator des Fahrzeugs dient), der für eine automatische Lenkwirkung oder die Selbststeuerung verwendet wird, ist außerdem über dem Ritzel 25 vorgesehen. Der automatische Lenkmechanismus 28 enthält ein angetriebenes Zahnrad 29, das coaxial feststehend mit der Lenkwelle 27 verbunden ist, ein Antriebszahnrad 30, das an dem angetriebenen Zahnrad 29 in Eingriff ist, und einen Motor 31 der automatischen Lenkung, der das Antriebszahnrad 30 antreibt. Außerdem ist ein Kupp-

lungsmechanismus 32 zwischen der Motorwelle des Motors 31 der automatischen Lenkung und dem Antriebszahnrad 30 vorgesehen, um die Welle des Motors der automatischen Lenkung mit der Welle des Antriebszahnrads 30 zu verbinden oder von diesem zu trennen. Lediglich während des Betriebs des automatischen Lenkmechanismus 28, mit anderen Worten, lediglich während der Betriebsart zur Steuerung der automatischen Lenkung wird der Kupplungsmechanismus im eingerückten Zustand gehalten. Während des nicht betriebsfähigen Zustands des automatischen Lenkmechanismus 28 ist der Kupplungsmechanismus 32 ausgerückt, um zu verhindern, dass das Eingangsmoment, das durch den Motor 31 der automatischen Lenkung erzeugt wird, an die Lenkwelle 27 übertragen wird.

[0092] Die LDP-Steerroutine, die durch die ECU 8 ausgeführt wird, die in der in Fig. 11 gezeigten Fahrzeug-LDP-Vorrichtung mit Lenkaktuator enthalten ist, wird nachfolgend unter Bezugnahme auf den in Fig. 12 gezeigten Ablaufplan genau beschrieben. Die LDP-Steerroutine von Fig. 12 wird außerdem als zeitlich ausgelöste Unterbrechungsroutrinen ausgeführt, die jeweils nach vorgegebenen Abtastzeitintervallen ΔT , wie etwa 20 Millisekunden, ausgelöst werden. Kurz gesagt, die Steerroutine von Fig. 12 unterscheidet sich von der von Fig. 10 dahingehend, dass in dem System, das die Routine von Fig. 12 ausführt, ein Soll-Zusatzlenkmoment T_{sstr} (das später beschrieben wird und von einem Lenkmoment, das durch den Fahrer manuell auf das Lenkrad wirkt, verschieden ist) für die automatische LDP-Steuerung verwendet wird an Stelle von steuernden Bremskräften, die auf entsprechende Räder aufgebracht werden. Die Routine von Fig. 12 ist der von Fig. 10 ähnlich mit der Ausnahme, dass in der Routine von Fig. 12 die Schritte S17 und S18 weggelassen sind und zusätzlich die Schritte S16' und S19, die in der in Fig. 10 gezeigten Routine enthalten sind, durch die Schritte S16'' und S19'' ersetzt wurden, die in der in Fig. 12 gezeigten Routine enthalten sind. Somit werden für den Zweck des Vergleichs der beiden unterschiedlichen Unterbrechungsroutrinen, die in den Fig. 10 und 12 gezeigt sind, die gleichen Schrittnummern, die verwendet werden, um Schritte in der in Fig. 10 gezeigten Routine zu bezeichnen, bei den entsprechenden Schrittnummern angewendet, die in der in Fig. 12 gezeigten Routine verwendet werden. Die Schritte 16'' und 19'' werden an dieser Stelle im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung genau beschrieben, während die genaue Beschreibung der Schritte S1, S2, S4 bis S6 und S8' weggelassen wird, da deren obige Beschreibung selbsterklärend zu sein scheint.

[0093] Im Schritt S16'' berechnet oder bestimmt der Prozessor der ECU 8 auf der Grundlage des Zustands des Fahrspurabweichungsentscheidungsmerkers F_{LD} das Soll-Zusatzlenkmoment T_{sstr} . Im Einzel-

nen erfolgt eine Prüfung um festzustellen, ob der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} gesetzt ist ($= +1$ oder -1). Wenn die Bedingung, die durch $F_{LD} = +1$ oder $F_{LD} = -1$ definiert ist, erfüllt ist, mit anderen Worten, der Prozessor der ECU 8 bestimmt, dass es erforderlich ist, mittels der LDP-Steuerung des LDP-Steuersystems mit Lenkaktuator ein Giermoment zu erzeugen, wird das Soll-Zusatzlenkmoment T_{sstr} aus dem folgenden Ausdruck (12) arithmetisch berechnet. Wenn dagegen die Bedingung, die durch $F_{LD} = 0$ definiert ist, erfüllt ist, wird das Soll-Zusatzlenkmoment T_{sstr} auf "0" gesetzt.

$$T_{sstr} = -F_{LD} \times T_{sstr_0} \quad (12)$$

wobei T_{sstr_0} einen vorgegebenen konstanten Wert bezeichnet. wie oben erläutert wurde, wird in der LDP-Vorrichtung, die die Routine von Fig. 12 ausführen kann, das Soll-Zusatzlenkmoment T_{sstr} als eine gesteuerte Variable zur Rückkopplungssteuerung (LDP-Steuerung) berechnet oder bestimmt.

[0094] Nachdem das Soll-Zusatzlenkmoment T_{sstr} im Schritt S16'' bestimmt wurde, erfolgt der Schritt S19''.

[0095] Im Schritt S19'' wird ein Befehlssignal (oder ein Antriebssignal), das dem im Schritt S16'' berechneten Soll-Zusatzlenkmoment T_{sstr} entspricht, von der Eingangsschnittstelle der ECU 8 an den Motor 31 der automatischen Lenkung ausgegeben. Auf diese Weise endet ein Zyklus der zeitlich gesteuerten Unterbrechungsroutrine (die Routine von Fig. 12) und es erfolgt die Rückkehr zum Hauptprogramm.

[0096] Die Fahrzeug-LDP-Vorrichtung, die die in Fig. 12 gezeigte LDP-Steerroutine, die auf dem Soll-Zusatzlenkmoment basiert, ausführt, arbeitet in der folgenden Weise.

[0097] Es wird angenommen, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, bei Situationen mit verringerter Sicht, d. h. bei extremen Wittersituationen, wie etwa dichter Nebel, starker Schneefall, extremer Regen oder Vereisung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, von der gegenwärtigen Fahrspur nach links abzuweichen. Wie in Fig. 8 gezeigt ist, wird ferner angenommen, dass das linke Vorderrad 5FL des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, die auf der weißen Fahrspurmarkierung (der weißen Fahrspurlinie) des äußerst linken Rands der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in gleichem Abstand wiederholt ausgebildet sind. Unter diesen Bedingungen werden zuerst im Prozessor der ECU 8 eingegebene Informationsdaten von den oben erwähnten Maschinen-/Fahrzeugschaltern und -sensoren, von dem Antriebsmoment-Controller 12 und von dem Kamera-Controller 14 gelesen (siehe Schritt S1 von

Fig. 12). Wie im Zeitabschnitt D des Ablaufplans von Fig. 9A gezeigt ist, wird die Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads, d. h. die Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads, die bedeutend oszilliert und bei einer im Wesentlichen konstanten Periode, wie etwa die Zeitperiode ($T_{so} - T_{sL}$), schwankt, gelesen oder erfasst. Daraufhin geht die Routine über den Schritt S2 zum Schritt S4. Im Schritt S4 wird die Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads auf der Grundlage der zuletzt aktualisierten Informationen der Geschwindigkeit $V_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads berechnet und lediglich der Entscheidungsmerker $F_{ot_{FL}}$ der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das linke Vorderrad 5FL wird auf der Grundlage der berechneten Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads auf "1" gesetzt. Im Schritt S5 wird der Fahrbahnrandentscheidungsmerker F_{dw} auf "+1" gesetzt, wenn der Entscheidungsmerker $F_{ot_{FL}}$ der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche (= 1) gesetzt ist. Im Schritt S6 wird der Fahrspurwechselanzeigemerker F_{LC} auf "0" zurückgesetzt, da das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, von der Fahrspur abzuweichen, ohne dass eine Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel vorhanden ist. Im Schritt S8 bestimmt der Prozessor der ECU 8 auf der Grundlage des Zustands des Fahrspurwechselanzeigemerkers F_{LC} (= 0) und des Zustands des Fahrbahnrandentscheidungsmerkers F_{dw} (+1), dass eine verstärkte Tendenz für das die Vorrichtung tragende Fahrzeug besteht, von der gegenwärtigen Fahrspur nach links abzuweichen, ohne dass eine Absicht des Fahrers zum Fahrspurwechsel vorhanden ist. Deswegen wird der Fahrspurabweichungsentscheidungsmerker F_{LD} auf "+1" gesetzt. Unter der Bedingung $F_{LD} = +1$ wird im Schritt S16 das Soll-Zusatzlenkmoment T_{sstr} (ein negativer Wert des Soll-Zusatzlenkmoments) auf der Grundlage des Fahrspurabweichungsentscheidungsmerkers F_{LD} (= +1) aus dem Ausdruck (12), d. h. $T_{sstr} = -F_{LD} \times T_{str_0}$ berechnet, so dass ein automatisch erzeugter Lenkwinkel δ in einer Richtung (eine Richtung nach rechts) erzeugt wird, so dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zu der Mittelachse (mittlere Position) der gegenwärtigen Fahrspur zurückkehrt. Daraufhin wird im Schritt S19 ein Befehlssignal (ein Antriebssignal), das dem im Schritt S16 berechneten Soll-Zusatzlenkmoment T_{sstr} entspricht, von der Eingangsschnittstelle der ECU 8 an den Motor 31 der automatischen Lenkung ausgegeben. Folglich wird mittels der Steuerung zur selbsttätigen Lenkung das Ist-Zusatzlenkmoment der Lenkwelle 27 näher an den Wert des Soll-Zusatzlenkmoments T_{sstr} gebracht und somit kann ein geeigneter Lenkwinkel erzeugt werden, der dazu tendiert, das die Vorrichtung tragende Fahrzeug nach rechts zu drehen (in Uhrzeigerrichtung, wenn Fig. 8 von oben betrachtet wird), wodurch das die Vorrichtung tragende Fahrzeug in die mittige Position der Fahrspur zurückgeführt werden kann und demzufolge ein Abweichen des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von der Fahrspur vermieden wird.

[0098] Wie oben erläutert wurde, wird bei dem LDP-Steuersystem, das die Routine von Fig. 12 ausführt, das Befehlssignal (das Antriebssignal), das dem Soll-Zusatzlenkmoments T_{sstr} entspricht und im Schritt S16 berechnet wird, an den Motor 31 der automatischen Lenkung ausgegeben und folglich wird der automatisch gesteuerte Lenkwinkel δ in einer solchen Richtung erzeugt, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zur Mittelachse (die mittige Position) der Fahrspur zurückkehrt. Bei dem LDP-Steuersystem mit Lenkaktuator, das in den Fig. 11 und 12 gezeigt ist, wird an Stelle der Verwendung einer hydraulischen Modulationseinrichtung 7 ein Mechanismus 28 zum selbsttätigen Lenken, der als ein Lenkaktuator dient, verwendet, um ein Giermoment auf das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auszuüben und es ist somit möglich, ein Soll-Giermoment zu erzeugen, ohne das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zu verzögern und ohne dem Fahrer das Gefühl einer unangenehmen Fahrzeugverzögerung zu geben.

[0099] Bei der Fahrzeug-LDP-Vorrichtung der gezeigten Ausführungsformen, die die entsprechenden Routinen, die in den Fig. 2, 10 und 12 gezeigt sind, ausführen kann, dienen der Prozess der Schritte S4 und S5 und die Radgeschwindigkeitssensoren 22FL bis 22RR als Erfassungsmittel der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche. Der Prozess des Schritts S16 von Fig. 2, des Schritts S16 von Fig. 10 und des Schritts S16 von Fig. 12 dient als ein Abschnitt der Steuermittel der Fahrzeuggierbewegung (einfacher Steuermittel des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs). Die in den Fig. 1 und 11 gezeigten Radgeschwindigkeitssensoren 22FL bis 22RR dienen als Radgeschwindigkeitserfassungsmittel. Die in den Fig. 1 und 11 gezeigte CCD-Kamera 13 dient als eine Bildaufnahmeverrichtung oder als Bildaufnahmemittel. Der in den Fig. 1 und 11 gezeigte Kamera-Controller 14 dient als Fahrspurmarkierungslinienerfassungsmittel. Der in Fig. 2 und in den Fig. 10 und 12 gezeigte Prozess dient als Erfassungsmittel der Fahrspurabweichungstendenz. Der Prozess des in der Fig. 2 gezeigten Schritts S16, des in der Fig. 10 gezeigten Schritts S16 und des in der Fig. 12 gezeigten Schritts S16 dient außerdem als ein Abschnitt von LDP-Steuermitteln (oder von Steuermitteln zum Verhindern der Fahrspurabweichung (LDA-Steuermittel)). Der Prozess der Schritte S17 bis S19 von Fig. 2 und 10 und der Prozess des Schritts S19 von Fig. 12 dient als ein Abschnitt der LDP-Steuermittel. Die Maschinen-/Fahrzeugschalter und -sensoren und der Kamera-Controller, die in den Fig. 1 und 11 gezeigt sind, dienen als Fahrzustandserfassungsmittel.

[0100] In den hier gezeigten Ausführungsformen erfolgt eine Prüfung nach einem Zustand, ob eines der Vorderräder 5FL und 5FR des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, die auf der weißen

Fahrspurmarkierung (der weißen Fahrspurlinie) ausgebildet sind, auf der Grundlage der Geschwindigkeiten $V_{w_{FL}}$ und $V_{w_{FR}}$ des linken und des rechten Vorderrads und genauer der Vergleichsergebnisse der Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads und ihres Schwellenwerts S_{limit} bzw. der Beschleunigung $dV_{w_{FR}}$ des rechten Vorderrads und ihres Schwellenwerts S_{limit} . Statt dessen kann eine derartige Prüfung auf der Grundlage einer vertikalen Beschleunigung eines Punktes der Fahrzeugaufhängung, der sich auf und ab bewegt, oder eines Aufhängungshubs erfolgen. In diesem Fall können Sensorsignale, von einem Beschleunigungssensor (ein Sensor der vertikalen Beschleunigung der Aufhängung oder ein G-Sensor, wie in Fig. 15 gezeigt ist) und/oder ein Hubsensor, der gewöhnlich für die Steuerung der aktiven Aufhängung von Fahrzeugen mit aktivem Aufhängungssystem verwendet wird, außerdem für das LDP-Steuer-system verwendet werden. Die Verwendung eines Beschleunigungssensors und/oder eines Hubsensors, die der aktiven Aufhängungssteuerung und der LDP-Steuerung gemeinsam sind, trägt insgesamt zu einem kostengünstigen, kombinierten System für aktive Aufhängungssteuerung und LDP-Steuerung bei.

[0101] Wenn ferner der externe Erkennungssensor (der außerdem als Fahrzeug-Wegdetektor dient), der das Navigationssystem und/oder die CCD-Kamera 13 enthält, erfasst, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf einem Parkplatzbereich außerhalb von Fahrstraßen fährt, kann eine Prüfung, die erfolgt um festzustellen, ob eines der Vorderräder 5FL und 5FR auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, die auf weißen Fahrspurmarkierungen ausgebildet sind, gesperrt werden, um die Genauigkeit der Erfassung von Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche, die im Schritt S4 ausgeführt wird, zu verbessern.

[0102] In den gezeigten Ausführungsformen wird der Entscheidungsmerker Fot_{FL} (oder Fot_{FR}) der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche auf "1" gesetzt, wenn das linke Vorderrad 5FL (oder das rechte Vorderrad 5FR) auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt (die den gewellten Abschnitten entsprechen, die in Fig. 3A veranschaulicht sind), die in gleichem Abstand auf der weißen Fahrspurmarkierung wiederholt ausgebildet sind. Wie in Fig. 13 gezeigt ist, kann statt dessen der Entscheidungsmerker Fot_{FL} (oder Fot_{FR}) der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche auf "1" gesetzt werden, wenn das linke Vorderrad 5FL (oder das rechte Vorderrad 5FR) auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die in gleichem Abstand außerhalb der weißen Fahrspurmarkierung und nahe an diesen wiederholt ausgebildet sind. Wie aus der Draufsicht von Fig. 13 ersichtlich ist, sind die vorgegebenen Unregelmäßigkeiten vorzugsweise parallel zu der weißen Fahrspurmarkierung und um eine vorgegebene Strecke von dieser gering-beabstandet angeordnet.

[0103] In den gezeigten Ausführungsformen wird der Entscheidungsmerker Fot_{FL} (oder Fot_{FR}) der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche auf "1" gesetzt, wenn das linke Vorderrad 5FL (oder das rechte Vorderrad 5FR) auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die in gleichem Abstand auf der weißen Fahrspurmarkierung wiederholt ausgebildet sind, wobei auf der Fahrspurmarkierung gewellte Abschnitte ausgebildet sind (siehe Fig. 3A). Wie in Fig. 14 gezeigt ist, kann der Entscheidungsmerker Fot_{FL} (oder Fot_{FR}) der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche statt dessen auf "1" gesetzt werden, wenn das linke Vorderrad 5FL (oder das rechte Vorderrad 5FR) auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die in gleichem Abstand auf der weißen Fahrspurmarkierung wiederholt ausgebildet sind, wobei auf der Fahrspurmarkierung eingelassene Abschnitte ausgebildet sind.

[0104] In den gezeigten Ausführungsformen erfolgt eine Prüfung nach einem derartigen Zustand, dass eines der Vorderräder 5FL und 5FR des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, die auf der weißen Fahrspurmarkierung (der weißen Fahrspurmarkierungslinie) ausgebildet sind, d. h. das Setzen des Fahrbahnrandentscheidungsmerkers Fdw auf "+1" (oder auf "-1") erfolgt auf der Grundlage der Geschwindigkeiten $v_{w_{FL}}$ und $v_{w_{FR}}$ des linken und des rechten Vorderrads und genauer auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse der Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$ des linken Vorderrads und ihres Schwellenwerts S_{limit} und der Beschleunigung $dV_{w_{FR}}$ des rechten Vorderrads und ihres Schwellenwerts S_{limit} . Statt dessen kann das Setzen des Fahrbahnrandentscheidungsmerkers Fdw auf der Grundlage der Geschwindigkeiten $V_{w_{RL}}$ und $V_{w_{RR}}$ des linken und des rechten Hinterrads und genauer auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse der Beschleunigung $dV_{w_{RL}}$ des linken Hinterrads und ihres Schwellenwerts S_{limitR} und der Beschleunigung $dV_{w_{RR}}$ des rechten Hinterrads und ihres Schwellenwerts S_{limitR} erfolgen.

[0105] Wenn in den gezeigten Ausführungsformen einer der Merker Fot_{FL} und Fot_{FR} auf "1" gesetzt ist und der Entscheidungsmerker Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das linke Vorderrad 5FL gesetzt ist (= 1), wird der Fahrbahnrandentscheidungsmerker Fdw auf "+1" gesetzt. Wenn einer der Merker Fot_{FL} und Fot_{FR} auf "1" gesetzt ist und der Entscheidungsmerker Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das rechte Vorderrad 5FR gesetzt ist (= 1), wird der Fahrbahnrandentscheidungsmerker Fdw auf "-1" gesetzt.

[0106] Wenn alternativ der Entscheidungsmerker Fot_{FL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das linke Vorderrad 5FL und der Entscheidungsmerker Fot_{RL} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das linke Hinterrad 5RL ge-

setzt sind (= 1), kann der Fahrbahnrandentscheidungsmerker Fdw auf "+1" gesetzt werden. Wenn dagegen der Entscheidungsmerker Fot_{FR} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das rechte Vorderrad 5FR und der Entscheidungsmerker Fot_{RR} der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche für das rechte Hinterrad 5RR gesetzt sind (= 1), kann der Fahrbahnrandentscheidungsmerker Fdw auf "-1" gesetzt werden. Ein derartiges Einstellen des Fahrbahnrandentscheidungsmerkers Fdw verbessert die Zuverlässigkeit der Einstellung des Fahrbahnrandentscheidungsmerkers Fdw.

[0107] Wenn, wie oben erläutert wurde, entweder das linke Vorderrad 5FL oder das linke Hinterrad 5LR auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, die auf einer weißen Fahrspurmarkierungslinie oder nahe an dieser ausgebildet sind, oder wenn beide linken Räder 5FL und 5LR auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fahren, die auf einer weißen Fahrspurmarkierungslinie oder nahe an dieser ausgebildet sind, kann der Fahrbahnrandentscheidungsmerker Fdw auf "+1" gesetzt werden. Wenn dagegen entweder das rechte Vorderrad 5FR oder das rechte Hinterrad 5RR auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fährt, die auf einer weißen Fahrspurmarkierungslinie oder nahe an dieser ausgebildet sind, oder wenn beide rechten Räder 5FR und 5RR auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten der Fahrbahnoberfläche fahren, die auf einer weißen Fahrspurmarkierungslinie oder nahe an dieser ausgebildet sind, kann der Fahrbahnrandentscheidungsmerker Fdw auf "-1" gesetzt werden.

[0108] Der vollständige Inhalt der japanischen Patentanmeldung Nr. 2003-118896 (eingereicht am 23. April 2003) ist hier durch Literaturhinweis eingeschlossen.

[0109] Während das Voranstehende eine Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen ist, die die Erfindung ausführen, ist es selbstverständlich, dass die Erfindung nicht auf die speziellen Ausführungsformen, die hier gezeigt und beschrieben sind, beschränkt ist, sondern dass verschiedene Änderungen und Modifikationen ausgeführt werden können, ohne vom Umfang oder vom Gedanken der Erfindung abzuweichen, der durch die folgenden Ansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung für Kraftfahrzeuge zur Verhinderung der Fahrspurabweichung, gekennzeichnet durch einen Prozessor (8), der so programmiert ist, dass er den folgenden Schritt ausführt:
Ausführen einer Steuerung der Fahrzeuggiegung, durch die ein die Vorrichtung tragendes Fahr-

zeug zu einer mittigen Position einer Fahrspur zurückkehrt, wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie der Fahrspur bzw. nahe an diesen ausgebildet sind.

2. Vorrichtung für Kraftfahrzeuge zur Verhinderung der Fahrspurabweichung, gekennzeichnet durch einen Prozessor (8), der so programmiert ist, dass er die folgenden Schritte ausführt:

(a) Bestimmen, ob ein die Vorrichtung tragendes Fahrzeug auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie der Fahrspur bzw. nahe an diesen ausgebildet sind; und

(b) Ausführen einer Steuerung der Fahrzeuggiegung, durch die ein die Vorrichtung tragendes Fahrzeug zu einer mittigen Position einer Fahrspur zurückkehrt, wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch

Radgeschwindigkeitssensoren (22FL-22RR), die entsprechende Radgeschwindigkeiten ($V_{w_{FL}}-V_{w_{RR}}$) der Räder (5FL-5RR) des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs erfassen;

wobei der Prozessor (8) so programmiert ist, dass er den folgenden Schritt ausführt:

(a) Bestimmen auf der Grundlage von Signalen von den Radgeschwindigkeitssensoren (22FL-22RR), ob das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie der Fahrspur bzw. nahe an diesen ausgebildet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor so programmiert ist, dass er den folgenden Schritt ausführt:

(a) Bestimmen, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie der Fahrspur bzw. nahe an diesen ausgebildet sind, wenn wenigstens eine der Radgeschwindigkeiten ($V_{w_{FL}}-V_{w_{RR}}$), die durch die Radgeschwindigkeitssensoren (22FL-22RR) erfasst werden, bei einer im Wesentlichen konstanten Zeitperiode ($T_{so} - T_{sL}$), die anhand einer Geschwindigkeit (V) des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs bestimmt ist, schwankt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor so programmiert ist, dass er den folgenden Schritt ausführt:

(a) Bestimmen, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie der Fahrspur bzw. nahe an diesen ausgebildet sind, wenn wenigstens eine der Geschwindigkeiten des linken Rads oder des rechten Rads schwankt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch einen Bewegungssensor (15) für eine Aufwärts- und Abwärtsbewegung der Fahrzeugaufhängung, die eine Aufwärts- und Abwärtsbewegung einer Aufhängung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs erfasst; wobei der Prozessor so programmiert ist, dass er den folgenden Schritt ausführt:

(a) Bestimmen auf der Grundlage der erfassten Aufwärts- und Abwärtsbewegung der Aufhängung, ob das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie der Fahrspur bzw. nahe an diesen ausgebildet sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor so programmiert ist, dass er die folgenden Schritte ausführt:

(c) Bestimmen, ob das die Vorrichtung tragende Fahrzeug in einem Bereich außerhalb von Straßenwegen fährt; und

(d) Sperren einer Prüfung, ob das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug in einem Bereich außerhalb von Straßenwegen fährt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, gekennzeichnet durch

eine Bildaufnahmeverrichtung (13), die ein Bild vor dem die Vorrichtung tragenden Fahrzeug aufnimmt; und

einen Fahrspurmarkierungsliniendetektor (14), der eine Fahrspurmarkierungslinie auf der Grundlage des Bilds, das von der Bildaufnahmeverrichtung (13) aufgenommen wird, erfasst;

wobei der Prozessor so programmiert ist, dass er die folgenden Schritte ausführt:

(e) Bestimmen auf der Grundlage der erfassten Fahrspurmarkierungslinie, ob das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, von der Fahrspur abzuweichen; und

(f) Ausführen einer Steuerung zur Verhinderung der Fahrspurabweichung (LDP-Steuerung), durch die die Tendenz zur Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs vermieden wird, falls eine Tendenz zur Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs vorhanden ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor so programmiert ist, dass er den folgenden Schritt ausführt:

(g) stärkeres Kompensieren einer gesteuerten Variable (M_s) für die LDP-Steuerung, wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie der Fahrspur bzw. nahe an diesen ausgebildet sind, und zusätzlich beim Vorhandensein der Tendenz zur Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor so programmiert ist, dass er die folgenden Schritte ausführt:

(h) Erfassen einer Geschwindigkeit (V) des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, eines Gierwinkels (ϕ) des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs in Bezug auf eine Richtung der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, einer seitlichen Verlagerung (X) des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs von einer Mittelachse der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs und eine Krümmung (β) der Fahrspur des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs;

(i) Berechnen eines Schätzwerts (X_s) der zukünftigen seitlichen Verlagerung auf der Grundlage der Geschwindigkeit (V) des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs, des Gierwinkels (ϕ), der seitlichen Verlagerung (X) und der Krümmung (β); und

(j) Bestimmen, dass das die Vorrichtung tragende Fahrzeug dazu tendiert, von der Fahrspur abzuweichen, wenn ein Absolutwert ($|X_s|$) des Schätzwerts (X_s) der zukünftigen seitlichen Verlagerung gleich einem vorgegebenen Kriterium (X_c) der seitlichen Verlagerung ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor so programmiert ist, dass er den folgenden Schritt ausführt:

(k) Berechnen einer durch die Brems-/Antriebskraft gesteuerten Variable von jedem der Räder, so dass ein Giermoment in einer Richtung erzeugt wird, in welcher die Tendenz zur Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs vermieden wird, falls die Tendenz zur Fahrspurabweichung des die Vorrichtung tragenden Fahrzeugs vorhanden ist; und

(l) Steuern der Brems-/Antriebskräfte der Räder in Reaktion auf die durch die Brems-/Antriebskraft gesteuerten Variable, die berechnet wurde.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor so programmiert ist, dass er die folgenden Schritte ausführt:

(m) Berechnen auf der Grundlage einer Differenz ($X_s - X_c$) zwischen dem Schätzwert (X_s) der zukünftigen seitlichen Verlagerung und dem vorgegebenen Kriterium (X_c) der seitlichen Verlagerung eines Soll-Gier-

moments (Ms), welches auf das die Vorrichtung tragende Fahrzeug ausgeübt werden soll; und
(n) Berechnen auf der Grundlage des Soll-Giermoments (Ms) der durch die Brems-/Antriebskraft gesteuerten Variable (Psi) jedes Rads.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor so programmiert ist, dass er den folgenden Schritt ausführt:

(o) Steuern der Bremskraft von jedem der Räder, so dass ein Giermoment in einer Richtung erzeugt wird, in welcher das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zur mittigen Position der Fahrspur zurückkehrt, wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie der Fahrspur bzw. nahe an diesen ausgebildet sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor so programmiert ist, dass er die folgenden Schritte ausführt:

(p) Berechnen einer durch die Brems-/Antriebskraft gesteuerten Variable für jedes Rad, so dass ein vorgegebenes konstantes Giermoment in eine Richtung erzeugt wird, in welcher das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zur mittigen Position der Fahrspur zurückkehrt, wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie der Fahrspur bzw. nahe an diesen ausgebildet sind; und
(q) Steuern der Brems-/Antriebskräfte der Räder in Reaktion auf die durch die Brems-/Antriebskraft gesteuerte Variable, die berechnet wurde.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor so programmiert ist, dass er den folgenden Schritt ausführt:

(r) Erzeugen eines Lenkmoments (Tsstr) in eine Richtung, in welcher das die Vorrichtung tragende Fahrzeug zur mittigen Position der Fahrspur zurückkehrt, wenn das die Vorrichtung tragende Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie der Fahrspur bzw. nahe an diesen ausgebildet sind.

16. Verfahren zum Verhindern einer Fahrspurabweichung eines Kraftfahrzeugs, das Bremskraftaktoren (7) verwendet, die Bremskräfte einstellen, die an entsprechende Rädern (5FL-5RR) angelegt sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

Erfassen, ob das zu steuernde Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie der Fahrspur,

bzw. nahe an diesen ausgebildet sind; und
Ausführen der Steuerung zum Verhindern der Fahrspurabweichung durch Rückkopplungssteuerung der Bremskräfte, die an die Räder (5FL-5RR) angelegt werden, so dass das zu steuernde Fahrzeug zu einer mittigen Position der Fahrspur zurückkehrt, wenn es auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt.

17. Verfahren zum Verhindern einer Fahrspurabweichung eines Kraftfahrzeugs, das einen Lenkaktor (28) verwendet, der ein Lenkmoment einstellt, das an ein Lenkrad (21) angelegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

Erfassen, ob das zu steuernde Fahrzeug auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt, die entweder auf einer linken Fahrspurmarkierungslinie oder auf einer rechten Fahrspurmarkierungslinie der Fahrspur bzw. nahe an diesen ausgebildet sind; und
Ausführen der Steuerung zum Verhindern der Fahrspurabweichung durch Rückkopplungssteuerung des Lenkmoments, das an das Lenkrad (21) angelegt wird, so dass das zu steuernde Fahrzeug zu einer mittigen Position der Fahrspur zurückkehrt, wenn es auf den vorgegebenen Unregelmäßigkeiten fährt.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen.

Fig. 1

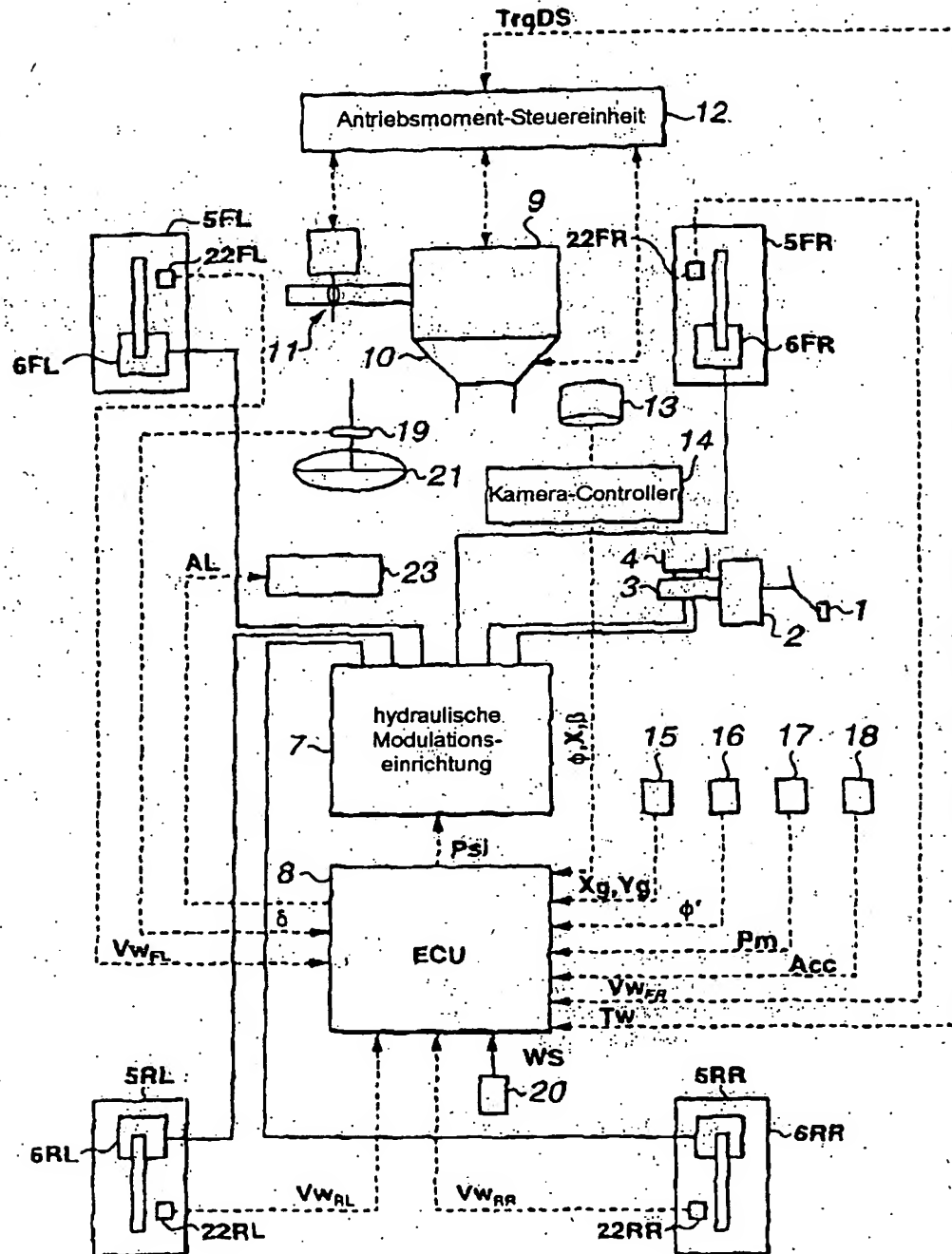


Fig. 2

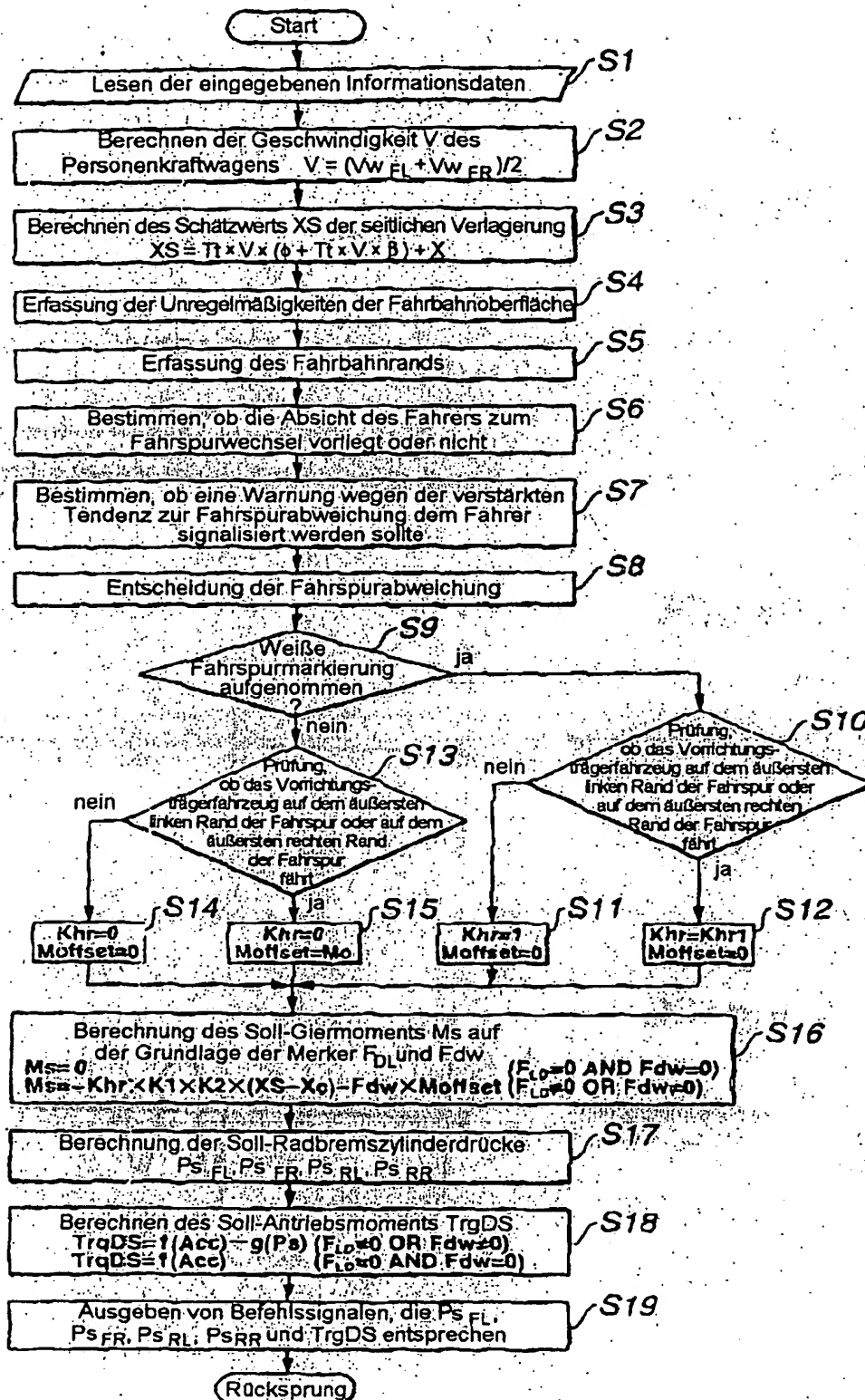


Fig. 3A

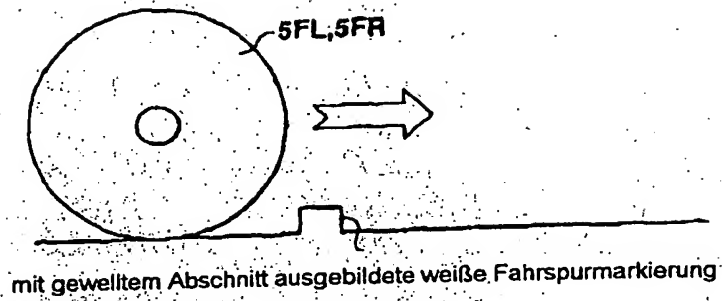


Fig. 3B

Radgeschwindigkeit
 $V_{w_{FL}}, V_{w_{FR}}$

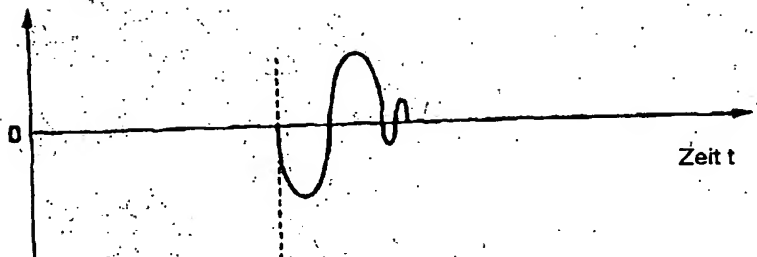


Fig. 3C

Radbeschleunigung
 $dV_{w_{FL}}, dV_{w_{FR}}$



Fig. 4

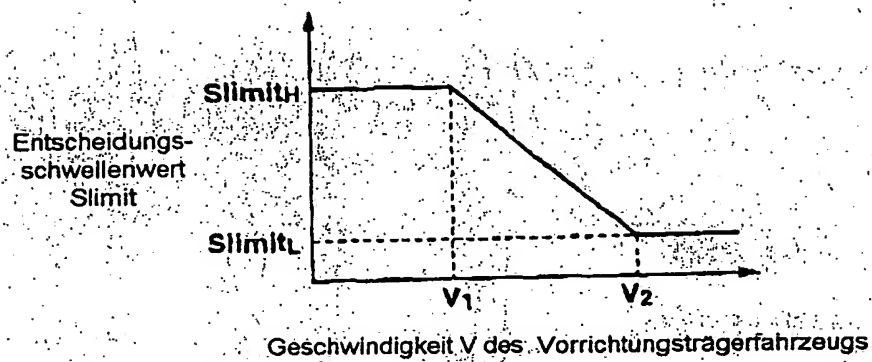


Fig. 5

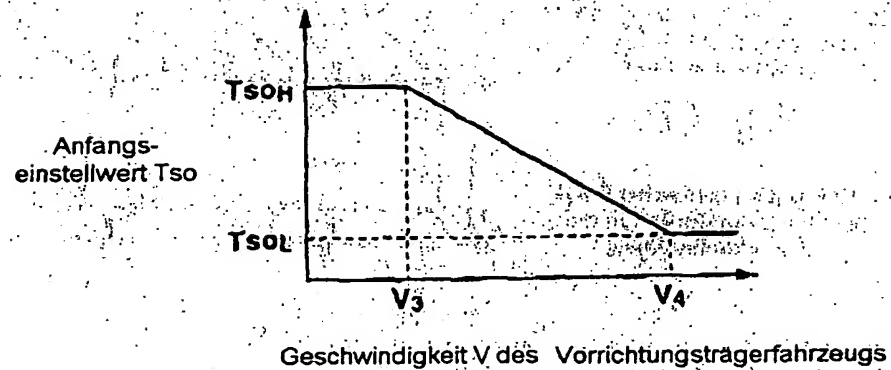


Fig. 6A

Radbeschleunigung
 dV_{wFL}

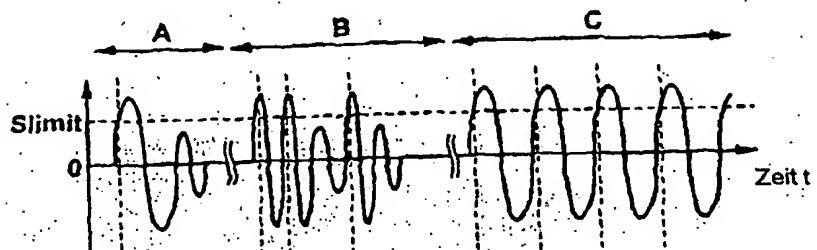


Fig. 6B

Zählerwert T_{sFL}
des Rückwärtszählers

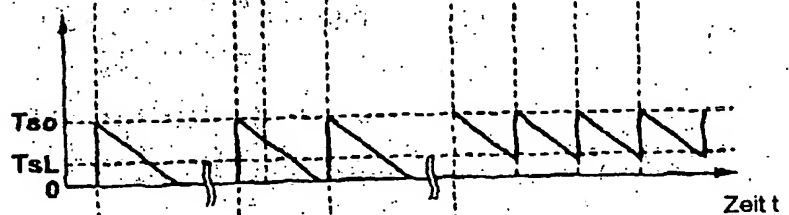


Fig. 6C

Beginnmarker Frs_{FL}
der Fahrbahnoberflächen-
abschätzung

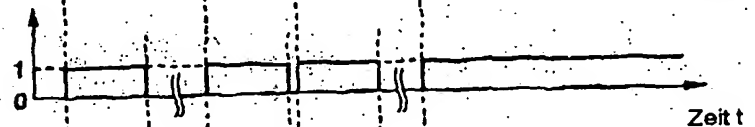


Fig. 6D

Zählerwert Trs_{FL} des
Zählers zur Abschätzung der
Unregelmäßigkeiten der
Fahrbahnoberfläche

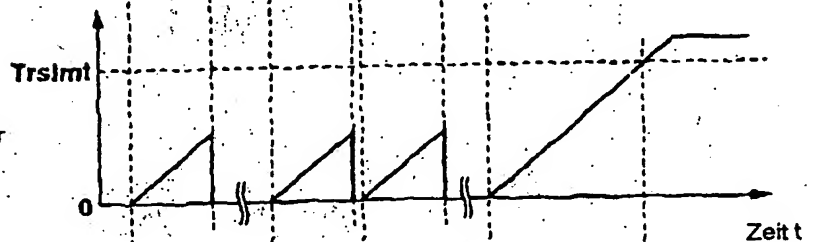


Fig. 6E

Entscheidungsmerker Fot_{FL}
der Unregelmäßigkeiten der
Fahrbahnoberfläche

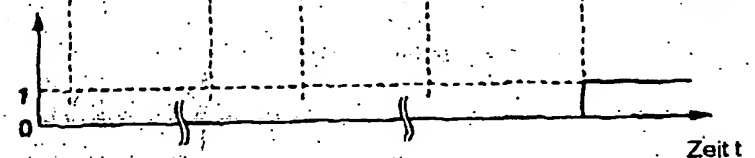


Fig. 7

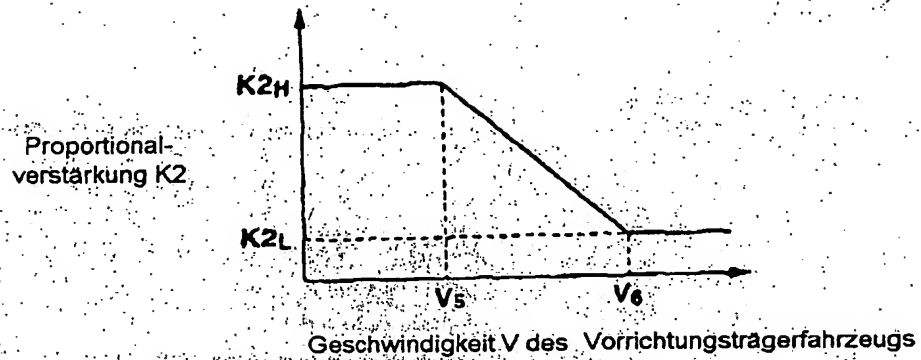


Fig. 8

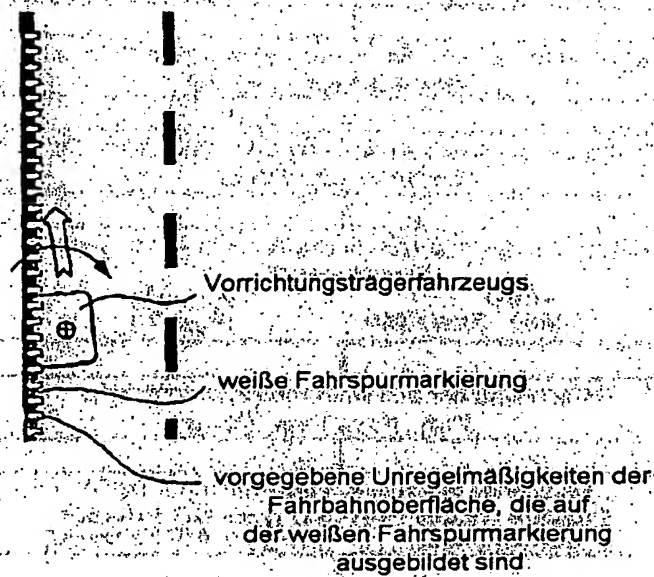


Fig. 9A

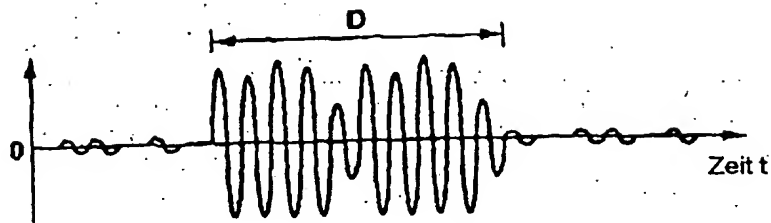
Beschleunigung $dV_{w_{FL}}$
des linken Vorderrades

Fig. 9B

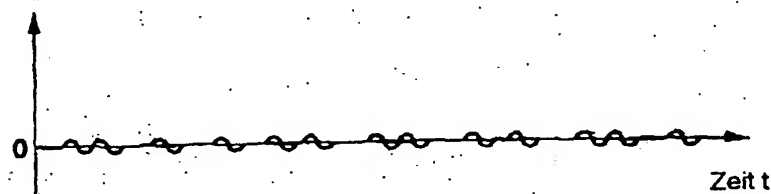
Beschleunigung $dV_{w_{FR}}$
des rechten Vorderrades

Fig. 10

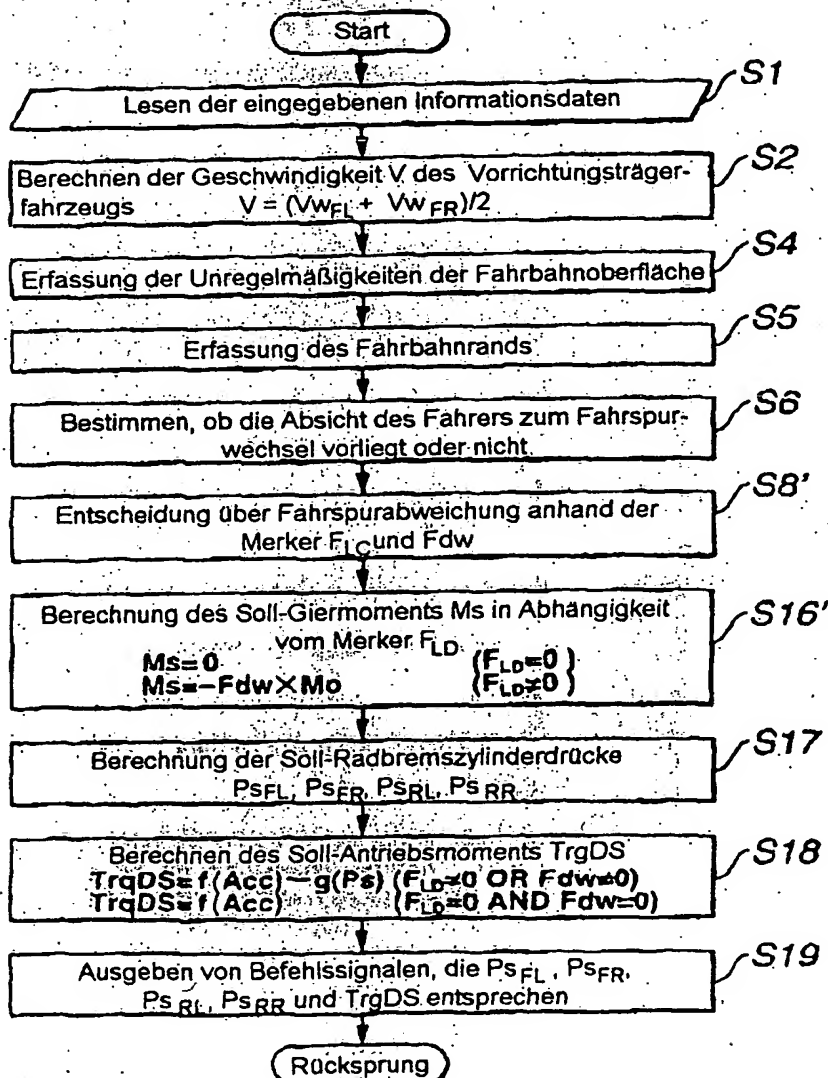


Fig. 11

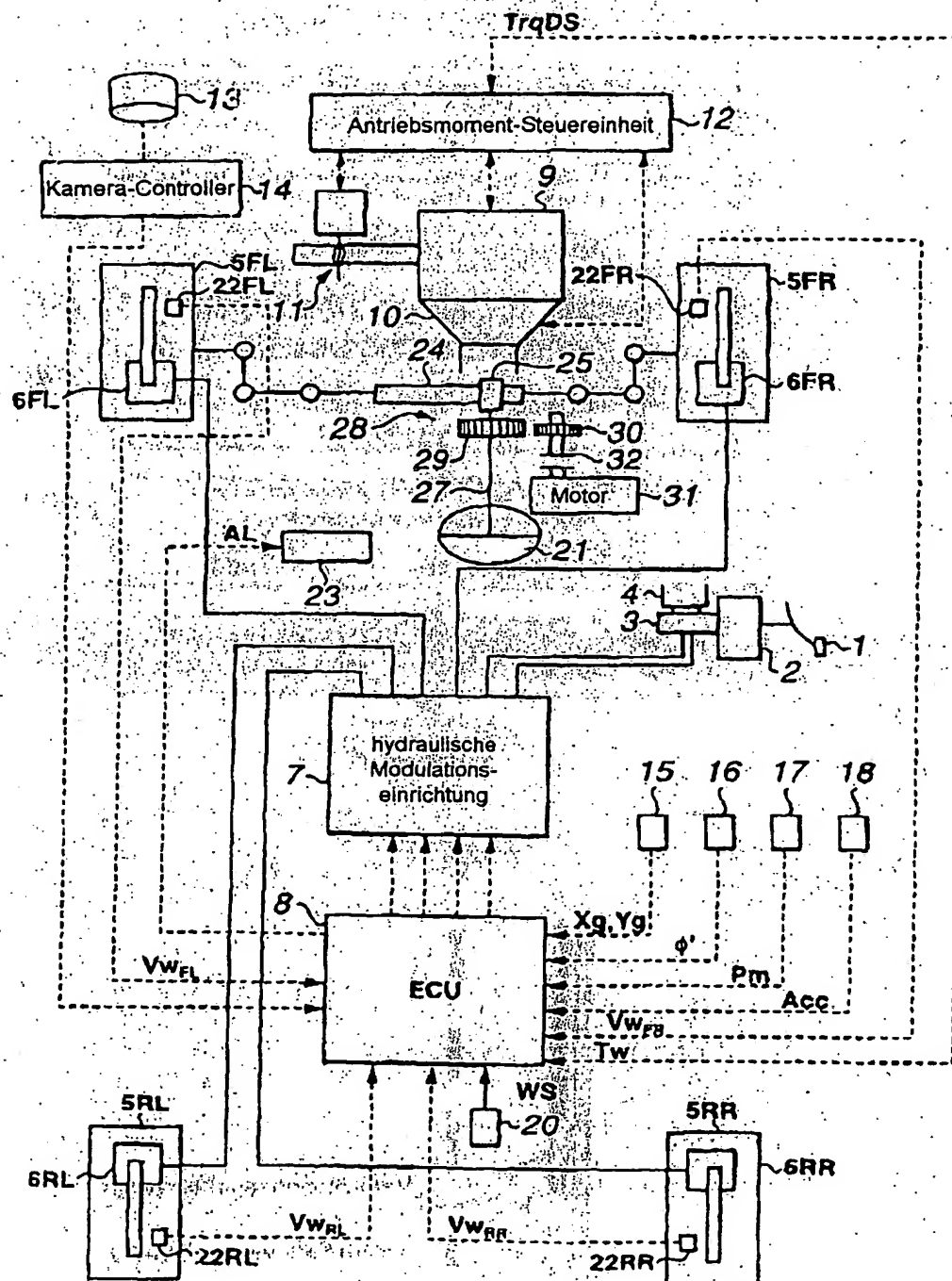


Fig. 12

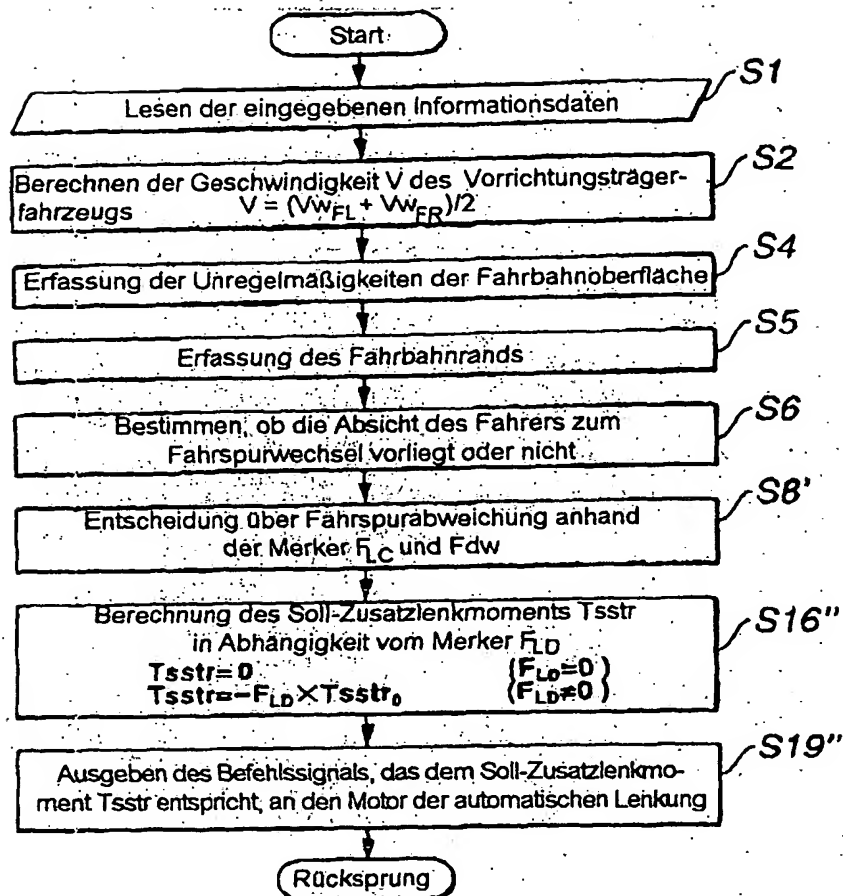


Fig. 13

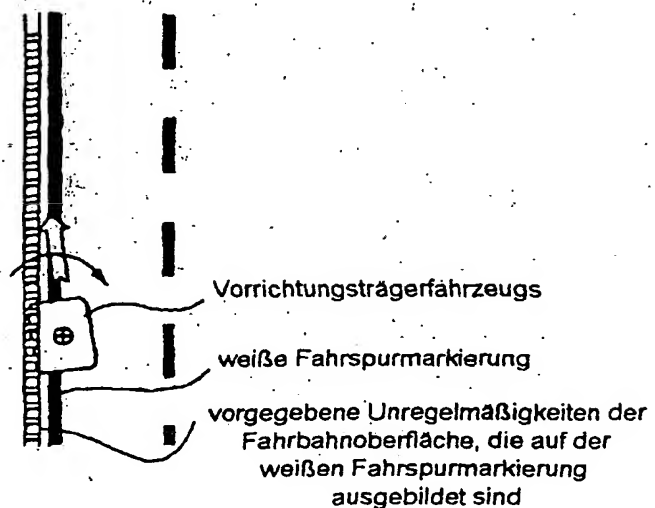


Fig. 14

